



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“UTILIZACIÓN DE PROSTAGLANDINAS PARA SINCRONIZACIÓN DE CELOS  
EN YEGUAS CON TRES DIFERENTES TIPOS DE MANEJO”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

BRAYAN LEONEL ALDAZ PARRA

Riobamba – Ecuador

2015

Este Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

---

Ing. Julio Cesar Benavidez Lara.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Fabián Augusto Almeida López.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

ING. M.C. Edgar Washington Hernández Cevallos.

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 14 de diciembre de 2015.

## **AGRADECIMIENTO**

Son muchas las personas a las que quisiera agradecer por su apoyo, pero principalmente agradezco a Dios y a mis padres que fueron, son y serán el pilar fundamental en mi vida, sabiendo que jamás podré devolverles lo mucho que han hecho por mí.

A mi querida y grande ESPOCH por abrirme sus puertas, por permitir formarme profesionalmente, obtener conocimientos nuevos y aprender en ella los valores académicos que me servirán toda la vida.

A todos los profesores de la Facultad de Ciencias Pecuarias por sus importantes conocimientos, enseñanzas y consejos que nos han inculcado en este tramo de tiempo con profesionalismo y sin interés alguno.

A mi amigos zootecnistas y politécnicos que siempre estuvimos ahí para darnos una mano, compartir momentos inolvidables de alegrías y tristezas, recordando todo lo vivido y cosas de nuestras vidas.

A todo el personal de la Estación Experimental Tunshi que son un grupo de personas increíbles y de gran corazón y más que mis jefes o maestros mis grandes amigos Doctor Pedro Castillo, Carlos Santos, Sandra Yambay, Ruth Solórzano, Cristóbal Ramos y Fabián Almeida, más que abrirme las puertas de la hacienda me abrieron su corazón y compartieron muchos conocimientos y muchas cosas que las llevare como el más bonito recuerdo siempre en el lugar más profundo de mi.

A la hacienda Chugipogio y Rancho Emilios que me permitieron realizar mi trabajo investigativo en sus equinos, en especial a los Ing. Juan Báez y Pablo Rodas.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios que siempre estuvo conmigo todos los días, y con todo el amor y cariño a mi padre Anibal Aldaz y a mi madre Elisa Parra por traerme al mundo, poner en mi toda su confianza y apoyarme incondicionalmente, por su enorme esfuerzo que a diario hicieron por mí, para lograr este sueño tan anhelado y difícil de alcanzar en mi vida que de seguro sin ellos no lo hubiera logrado.

A mis hermanos Paola, Anival, Nury, Marlon, Jaime, Estefanía, Samanta y Ruth que aunque nos encontremos lejos me tuvieron en su corazón y a diario me brindaron ánimo y fuerzas para continuar y no decaer a la hora de alcanzar mis metas planteadas.

A mi abuelita Mariana Parra que siempre me motivo con sus palabras de madre y mi otro padre Jaime Aldaz a quien me hubiera gustado tener a mi lado, pero sé que nunca me abandono y me cuidó desde el cielo.

A toda mi familia y personas de mi San Miguel querido que en algún momento de mi vida me regalaron una palabra de aliento, aprecio, confianza y tuvieron fe en que iba a lograr llegar a donde me propongo cada vez que me planteo una meta.

Tanto el esfuerzo y desveladas valieron la pena y tenerlos a ustedes es mi recompensa, todo os dedico a ustedes, y por donde quiera que vaya siempre los llevare en mi corazón.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	4
A. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA YEGUA	4
1. <u>La vulva</u>	4
2. <u>La vagina</u>	4
3. <u>La cérvix</u>	4
4. <u>El cuerpo uterino</u>	5
5. <u>Cuernos Uterinos</u>	5
6. <u>Utero</u>	5
7. <u>Infundíbulo</u>	6
8. <u>Oviductos</u>	6
9. <u>Los Ovarios</u>	6
B. FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL EQUINO	7
1. <u>Órganos del Eje hipotálamo-hipófisis</u>	7
a. Hipotálamo	7
b. Hipófisis	8
2. <u>Endocrinología</u>	9
a. Melatonina	10
b. Hormona liberadora de Gonadotrofinas (GnRH)	11
c. Hormona foliculo Estimulante	11
d. Hormona Luteunizante	11
e. Estrógenos (E2)	12
f. Progesterona (P4)	12
g- Prostaglandinas (PGF2 $\alpha$ )	13
h. Inhibina y Activina	13

C. EL CICLO ESTRAL	13
1. <u>Fases o etapas del ciclo estral</u>	14
a. Proestro	14
b. Estro	15
c. Metaestro	15
d. Diestro	15
2. <u>Dinámica folicular</u>	15
a. Reclutamiento	17
b. Selección	17
c. Dominancia	18
3. <u>Foliculogénesis</u>	18
4. <u>Crecimiento folicular</u>	19
5. <u>Determinación del momento de la ovulación</u>	20
6. <u>Signos del celo</u>	20
7. <u>Características reproductivas de la yegua</u>	21
D. BIOTECNOLOGÍA REPRODUCTIVA	21
1. <u>Sincronización de celos</u>	21
a. Ventajas de la sincronización estral	22
b. Desventajas de la sincronización estral	22
2. <u>Inseminación Artificial</u>	23
a. Ventajas	23
b. Desventajas	23
E. MÉTODOS Y HORMONAS UTILIZADAS PARA SINCRONIZACIÓN DE CELOS	24
1. <u>Luz Artificial</u>	24
2. <u>Factores liberadores de gonadotropinas (Gn-RH)</u>	25
3. <u>Progestágenos</u>	25
4. <u>Prostaglandinas</u>	26
5. <u>Implantes para yeguas</u>	26
6. <u>Gonadotropina Corionica Humana (GCh)</u>	27
F. DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ	27
1. <u>Palpación rectal</u>	27
2. <u>Ecógrafo</u>	30
G. FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD DE LAS YEGUAS	30

1. <u>Síndrome de Metabolismo Equino</u>	31
2. <u>Desnutrición</u>	31
3. <u>Propietario</u>	31
H. PARTICULARIDADES REPRODUCTIVAS DE LOS EQUINOS	32
I. ESTUDIOS REALIZADOS EN YEGUAS	32
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	35
A. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	35
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	35
C. MATERIALES Y EQUIPOS	36
1. <u>Materiales</u>	36
a. Materiales para sincronización de celo	36
b. Materiales para la monta	36
c. Materiales para Detección de Preñez	36
2. <u>Materiales de Oficina</u>	37
3. <u>Materiales de campo</u>	37
4. <u>Instalaciones</u>	37
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	38
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
1. <u>De campo</u>	39
a. Aplicación de los tratamientos hormonales	39
2. <u>Programa sanitario</u>	40
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	40
1. <u>Condición corporal, puntos</u>	40
2. <u>Presencia de celo, %</u>	41
3. <u>Tasa de preñez a los 30 días, %</u>	41
4. <u>Tasa de preñez a los 45 días, %</u>	41
5. <u>Costo/Yegua/Gestante, dólares</u>	41
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	42
A. COMPORTAMIENTO DE LAS YEGUAS DE ACUERDO AL MANEJO	42
1. <u>Presentación del celo</u>	42
2. <u>Preñez a los 30 días</u>	43
3. <u>Preñez a los 45 días</u>	44

B. COMPORTAMIENTO DE LAS YEGUAS SEGÚN LA EDAD	46
1. <u>Presentación del celo</u>	46
2. <u>Preñez a los 30 días</u>	47
3. <u>Preñez a los 45 días</u>	48
C. COMPORTAMIENTO DE LAS YEGUAS SEGÚN LA RAZA	50
1. <u>Presentación del celo</u>	50
2. <u>Preñez a los 30 días</u>	51
3. <u>Preñez a los 45 días</u>	52
D. ANÁLISIS ECONÓMICO	54
V. <u>CONCLUSIONES</u>	56
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	57
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	58
ANEXOS	



## RESUMEN

En diferentes producciones de quinos de la provincia de Chimborazo , ubicadas en distintos pisos climáticos (hacienda Chuquipogio 3400 m.s.n.m., Estación Experimental Tunshi - ESPOCH 2720 m.s.n.m., y Rancho Emilios 2000 m.s.n.m.), se evaluó la presencia de celos y tasa de preñez en yeguas que realizan diferentes trabajos, edad y raza por efecto de la sincronización del estro con Prostaglandinas, utilizándose 5 yeguas por hacienda, con un animal como unidad experimental y que se escogieron al azar del grupo de yeguas existentes no preñadas. Los datos experimentales fueron analizados mediante la prueba de Chi-cuadrado ( $X^2$ ), con la finalidad de determinar la independencia o no de la Prostaglandina vs. Manejo.

Determinando que la utilización de la Prostaglandina presentó respuestas estadísticamente similares, aunque numéricamente se observó un cambio en el último de gestación donde dos yeguas no presentaron preñez. Las diferencias entre las respuestas están determinadas por el tipo de trabajo que realizan las yeguas, es decir yeguas que reciben un trabajo muy forzado como es la actividad deportiva del Polo no quedaron gestantes. Los menores costos por yegua/gestante (60,51 dólares), se determinaron en todas las yeguas utilizadas para la investigación, por lo que se recomienda efectuar la sincronización del estro con el empleo de Prostaglandinas por cuanto se obtuvieron buenos resultados en la tasa de preñez.

## ABSTRACT

Horses in different productions of the province of Chimborazo, located in different climatic zones (3400 m Chuquipogio hacienda, Tunshi Experiment Station - 2720 m and Rancho ESPOCH Emilios 2000 m), the presence of heat and pregnancy rate in mares performing evaluated different jobs, age and race due to the estrus synchronization with prostaglandins, using five mares per farm, with an animal as experimental unit and were chosen randomly from the group of existing non-pregnant mares. Experimental data were analyzed by Chi-square ( $X^2$ ), in order to determine the independence or Prostaglandin vs Management.

Determine that the use of the present prostaglandin responses statistically similar, although numerically a change was observed in the last check of gestation where two mares showed no pregnancy. The differences between the responses are determined by the type of work they perform mares, that is mares receiving forced labor as the sport of Polo were not pregnant. Costs per mare / pregnant (\$ 60.51), were determined in all the mares used for research, so it is recommended to synchronize estrus with prostaglandin employment because good results were obtained in pregnancy.

**LISTA DE CUADROS**

N°		Pág.
1.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO.	35
2.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	38
3.	EFEECTO DEL EMPLEO DE PROSTAGLANDINAS EN YEGUAS QUE REALIZAN DIFERENTES TRABAJOS Y QUE RECIBEN DIFERENTE MANEJO.	42
4.	EFEECTO DEL EMPLEO DE PROSTAGLANDINAS EN YEGUAS DE DIFERENTES EDADES EN TRES HACIENDAS DIFERENTES UBICADAS A DIFERENTES ALTURAS SOBRE NIVEL DEL MAR.	46
5.	EFEECTO DEL EMPLEO DE PROSTAGLANDINAS EN YEGUAS DE DIFERENTES EDADES EN TRES HACIENDAS DIFERENTES UBICADAS A DIFERENTES ALTURAS SOBRE NIVEL DEL MAR.	50
6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL COSTO/YEGUA GESTANTE (DÓLARES) POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE PROSTAGLANDINAS EN EL PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS EN YEGUAS EN TRES DIFERENTES HACIENDAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.	55

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°	Pág.
1. Protocolo de Sincronización con PROSTAGLANDINAS.	40
2. Presencia de celo en yeguas que realizan trabajos diferentes en tres haciendas diferentes.	43
3. Taza de preñez a los 30 días en yeguas que realizan trabajos diferentes en tres haciendas diferentes.	44
4. Taza de preñez a los 45 días en yeguas que realizan trabajos diferentes en tres haciendas diferentes.	45
.	
5. Presencia de celo en yeguas de diferentes edades en tres haciendas diferentes.	47
6. Taza de preñez a los 30 días en yeguas de diferentes edades en tres haciendas diferentes.	48
7. Taza de preñez a los 45 días en yeguas de diferentes edades en tres haciendas diferentes.	49
8. Presencia de celo en yeguas de diferentes edades raza en tres haciendas diferentes.	51
9. Taza de preñez a los 30 días en yeguas de diferentes razas en tres haciendas diferentes.	52
10. Taza de preñez a los 45 días en yeguas de diferentes razas en tres haciendas diferentes.	53

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo en yeguas con el empleo de prostaglandinas en tres diferentes haciendas de la provincia de Chimborazo.
2. Resultados experimentales y análisis estadísticos de la sincronización de celos en yeguas según el trabajo que desempeñan los equinos.
3. Resultados experimentales y análisis estadísticos de la sincronización de celos en yeguas según la edad de los equinos.
4. Resultados experimentales y análisis estadísticos de la sincronización de celos en yeguas según la raza de los equinos.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Existen antecedentes que indican que la producción equina en el Ecuador no tiene una raza propia u originaria, todas las razas existentes son introducidas o se obtiene por cruces de las mismas, la vida del caballo y la del hombre están íntimamente ligadas ya que esta especie depende totalmente del ser humano para poder subsistir.

En el país, la especie equina se utiliza más para realizar actividades como deportes ecuestres y en menor proporción para trabajos en fincas o haciendas, en cuanto a investigaciones existen muy pocos reportes ya que en este campo no se ha invertido porque el caballo resulta un animal de lujo mas no de producción ya que de este no se obtiene ningún beneficio económico como en otros países del mundo donde se aprovecha hasta la carne del mismo.

Los estudios existentes sobre caballos son en gran parte o totalmente de otros países, pero hay que tener en cuenta que el Ecuador al ser un país totalmente diferente en cuanto a su ubicación geográfica y condiciones climáticas nos brinda otro tipo de información sobre la fisiología misma de la especie equina.

En cuanto al desconocimiento o poca información en el aspecto o fisiología reproductiva, la baja tasa de concepción en equinos es debido a las falta de detección de celos, a la poca sincronización de celos y desconocimiento de factores que no permiten que la yegua quede preñada, como por ejemplo fotoperiodo, duración del celo, etapa del estro en el que se debe dar monta, problemas de alimentación, propietario, etc.

Hay que tener en cuenta que el ciclo reproductivo de la hembra equina está sujeto a la mayor variabilidad dentro de todos los animales domésticos. Algunas yeguas parecen ser verdaderamente poliéstricas, pueden producir descendencia en cualquier época del año. Sin embargo, la mayor parte de ellas son poliéstricas estacionales. Generalmente, luego de anestro, las yeguas entran en un periodo de actividad sexual regular fértil. Este periodo de transición es sumamente variable entre los individuos tanto en características como en duración. Este es un

periodo que coincide con el comienzo de la temporada de servicios impuesta en forma arbitraria por las asociaciones equinas, por lo que muchas veces genera frustraciones en los propietarios de las yeguas que se quieren servir en forma temprana para obtener una ventaja ya sea comercial o de edad sobre el resto de los pares de su generación.

El ciclo ovulatorio de la yegua tiene una duración promedio de 21 días, consiste en 14 días de diestro (fase lútea) y 7 días de estro, en este último momento cuando la yegua es sexualmente receptiva al macho. La oleada de LH ovulatoria de la yegua es prolongada con niveles que aumentan de manera gradual durante todo el estro hasta alcanzar el nivel máximo el día después de la ovulación.

Al intervalo entre la regresión del cuerpo lúteo y la siguiente ovulación se le llama fase folicular. La duración de esta fase depende del grado de desarrollo que tenía el folículo ovárico dominante al momento de iniciarse la regresión, de la velocidad de crecimiento folicular a partir de ese momento y del tamaño requerido por el folículo para poder ovular.

El diámetro del folículo más grande influye en la Luteólisis, al inicio del siguiente estro, más rápido llegará a ovular y por lo tanto será más corto el estro. Las yeguas suelen aparearse o inseminarse artificialmente después que se ha detectado el estro con un garañón incitador y de que se ha evaluado el desarrollo folicular por palpación rectal de los ovarios o por ultrasonido. La sincronización del estro y ovulación permite inseminar las yeguas en momentos predeterminados sin la necesidad de detectar el estro o palpar los ovarios.

La sincronización del estro se realiza mediante métodos hormonales, básicamente utilizando progestágenos y prostaglandinas  $F2\alpha$  ( $PGF2\alpha$ ), estos métodos generalmente son dos: el primero, es la prolongación de la fase lútea, mediante la utilización de un progestágeno durante un periodo relativamente largo; el otro es el acortamiento de la fase lútea, en el cual se induce la regresión prematura del cuerpo lúteo cíclico. El agente principal es las  $PGF2\alpha$  o su análogo d-cloprostenol. Por consiguiente, en el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Utilizar prostaglandinas para sincronización de celos en yeguas en tres diferentes tipos de manejo.
- Determinar el grado de efectividad de la Prostaglandina en la sincronización de celos en yeguas.
- Establecer diferencias en la presentación de celos entre yeguas de diferente raza y edad que realizan distintos trabajos.
- Definir la influencia del microclima en la sincronización de celos.



## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA YEGUA**

Rivera, M. (2012), indica que el aparato reproductivo de la hembra equina se encuentra suspendido por una doble lámina de peritoneo que sostiene los ovarios, oviductos, útero, cérvix y parte anterior de la vagina, denominada ligamento ancho, el cual se une a la pared abdominal en la región sublumbar, dorsalmente a la vejiga. Igualmente el ligamento ancho aloja el sistema vascular, el drenaje linfático y los nervios.

#### **1. La vulva**

Forma la parte externa del aparato reproductivo de la yegua, está constituida de dos labios que se encuentran en la porción media del tracto para formar dos comisuras en el sitio de unión. En condiciones normales los labios forman un cierre que minimiza la entrada de material extraño dentro de la vagina, por medio de los músculos constrictores de la vulva. En la parte de la comisura ventral se encuentra la fosa del clítoris.

#### **2. La vagina**

Es el órgano copulatorio y el sitio de expulsión de la orina durante la micción. Cumple una gran actividad secretora dependiendo del estado endocrino de la hembra, siendo mayor durante el período de estro de predominancia estrogénica durante la cual el epitelio escamoso estratificado se engrosa notoriamente protegiendo el interior de la misma durante la copula, además de prevenir que los microorganismos logren penetrar a la zona vascular de la submucosa. La vagina tiene actividad pasiva durante el parto siendo parte importante del canal del parto.

#### **3. La cérvix**

En la yegua el tamaño del cérvix mide aproximadamente de 6 a 8 cm de largo y tiene la forma de un semi cono plano. La parte anterior más ancha se une al

cuerpo del útero sin existir una delimitación precisa. La parte posterior se conoce como portio, el cual se protruye en la parte anterior de la vagina formando el fornix vaginal. Posee varios pliegues longitudinales siendo su pared relativamente delgada con muy poco tejido conectivo.

El cérvix es suave durante el celo permitiendo que el pene del padrillo haga presión sobre el mismo en la cópula y el semen sea depositado con fuerte presión dentro del útero al momento de la eyaculación.

#### **4. El cuerpo uterino**

El cuerpo del útero en la hembra equina mide aproximadamente 15 a 20 cm de longitud y su grosor en el extremo anterior es de 4 a 6 cm, estrechándose a medida que se acerca al cérvix siendo su grosor de 2 a 3 cm.

#### **5. Cuernos uterinos**

Los cuernos de la yegua son convexos, con la curvatura mayor dirigida hacia el frente, hacia abajo y lateralmente. Tienen forma ligeramente cónica, miden 10 a 16 cm de largo y 2 a 3 cm de ancho en su extremo ovárico, siendo más anchos en su unión con el cuerpo.

El grosor del borde anterior es el mismo al del cuerpo y se unen en su base por medio del ligamento intercornual, en donde se aprecia una marcada bifurcación. Su consistencia varía dependiendo de la etapa reproductora y del ciclo estral.

#### **6. Útero**

La yegua posee útero bicornual, un cuerpo relativamente grande y cuernos pequeños, los que se unen al cuerpo casi perpendicularmente, siendo estos aplanados dorsalmente. El borde anterior de los cuernos y el cuerpo se encuentra a nivel del reborde pélvico, donde forma un arco casi paralelo al formado por las espinas ilíacas y el pubis.

## **7. Infundíbulo**

El infundíbulo conduce directamente a la porción delgada del oviducto llamada ámpula, la cual constituye más de la mitad de la longitud del oviducto y se une con el itsmo del oviducto. La ámpula tiene un diámetro relativamente grande, con su parte interna caracterizada por la presencia de pliegues de la mucosa con abundante epitelio ciliar. En la yegua la unión de la ámpula con el itsmo sirve de paso de oocitos fertilizados dentro del itsmo y eventualmente dentro del útero.

El itsmo tiene un diámetro menor al de la ámpula y su punto de unión con el útero se denomina unión útero-tubar. La principal función del oviducto es el transporte de los gametos al sitio de fertilización, la cual tiene lugar en la ámpula. El transporte de los gametos dentro del oviducto requiere que los espermatozoides y el ovulo se muevan en direcciones opuestas de tal manera que se encuentren en la ámpula, mediante el denominado movimiento reológico.

## **8. Oviductos**

Los oviductos se encuentran cubiertos por una capa serosa delgada del ligamento ancho llamada mesosalpinx la cual no solo sostiene los oviductos sino que sirve de bolsa que rodea el ovario. La porción anterior del oviducto llamada infundíbulo, tiene forma de embudo, su superficie está cubierta por un gran número de proyecciones aterciopeladas denominadas fimbria. Esta fimbria incrementa el área del infundíbulo lo que facilita el englobamiento o cubrimiento de la superficie del ovario al momento de la ovulación de tal manera que el óvulo liberado durante la misma tiene una alta posibilidad de ser dirigido dentro del oviducto.

## **9. Los ovarios**

Están contenidos en la parte anterior del ligamento ancho en la región sublumbar 5 a 10 cm directamente anteriores al tercio superior de la espina ilíaca. Se reconocen como estructuras de forma oval irregular de consistencia firme. Sus dimensiones varían entre ellos mismos y en cada animal, dependiendo del tamaño del cuerpo, edad, etapa del ciclo estral. El ovario izquierdo es más grande

que el derecho en prácticamente en todas las yeguas, convencionalmente en promedio miden 5 a 8 cm de longitud por 2 a 4 cm de diámetro. La amplitud con que se movilizan los ovarios está limitada por la longitud del mesovario y la posición del útero.

## **B. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL EQUINO**

Rivera, M. (2012), da a conocer que el inicio de la actividad reproductiva o pubertad en la hembra equina se da alrededor de los 12 a 24 meses, en este momento el tracto reproductivo comienza a interactuar con otras zonas del cuerpo y se produce la primera ovulación. También se producen cambios físicos y comportamiento asociados a este evento, cuya única finalidad es garantizar que la hembra será cubierta por el macho en el momento preciso para producir la gestación.

La yegua es considerada como poliéstrica estacional, proceso durante el cual juega un papel importante el fotoperiodo, el medio ambiente, el estado nutricional y la raza, sin embargo en el trópico esta estacionalidad no se presenta en las razas criollas.

Por ejemplo la Raza Paso Fino Colombiano presenta ciclicidad durante todas las épocas del año, observándose una disminución de la actividad ovárica en las épocas de estrés nutricional, dando como resultado cierto grado de estacionalidad.

Igualmente sucede con las razas que no poseen sangre Árabe cuya estacionalidad es más corta o la raza Pura Sangre Inglesa en donde la estacionalidad es más larga.

### **1. Órganos del Eje hipotálamo-hipófisis**

#### **a. Hipotálamo**

Bavera, G. (2005), menciona que el hipotálamo forma la base del cerebro, y sus

neuronas producen la hormona liberadora de gonadotrofina o GnRH. La GnRH, en la eminencia media, difunde a los capilares del sistema porta hipofisiario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisiarias, FSH y LH.

El hipotálamo segrega sustancias similares a hormonas, las cuales estimulan la hipófisis para que, a su vez, libere las hormonas gonadotropinas: luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH). Histológicamente, el hipotálamo está compuesto de núcleos, células dispersas y axones, los cuales conectan una célula con la otra. Pero el elemento principal del hipotálamo, desde el punto de vista reproductivo, son las células neurosecretoras, las cuales se encuentran dispersas en núcleos. Estas parecen células endocrinas, debido a la presencia de gránulos secretorios compuestos por hormonas verdaderas, las cuales emigran a los axones para ser vertidas a las terminaciones nerviosas.

## **b. Hipófisis**

Manrique, J. (2010), indica que a pesar de que el hipotálamo juega un papel importante en el proceso reproductivo, la hipófisis también toma parte en mecanismos múltiples de vital importancia, dependiendo de las conexiones nerviosas con el hipotálamo. Una de las partes de la hipófisis que interesa, desde el punto de vista reproductivo, es el lóbulo anterior, el cual segrega seis hormonas diferentes entre las cuales están la LH y la FSH. El papel de la hipófisis en el control reproductivo se ilustra muy bien en el ciclo del ovario.

La hipófisis está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas, de las cuales la FSH y LH cumplen un papel imprescindible en el control neuroendócrino del ciclo estral. La FSH es la responsable del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroideogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico. El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre presente, de hormonas hipofisiarias las cuales

promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. La neurohipófisis almacena la oxitocina producida en el hipotálamo. Esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el mecanismo del parto, bajada de la leche, transporte espermático e intervendría en el proceso de luteolisis.

## **2. Endocrinología**

Morel, D. (2005), menciona que las funciones del organismo se hallan sometidas a control hormonal y nervioso, la reproducción equina no es la excepción, ya que está gobernada principalmente por hormonas. Las hormonas son sustancias naturales elaboradas por glándulas endocrinas de la cual, es secretada la molécula que se incorpora a la sangre o a la linfa para ser transportada a distintos órganos, en donde ejerce su función; esta función se ejerce sobre un sitio específico llamado órgano blanco.

Dentro de la reproducción equina hay muchas hormonas que interactúan entre sí para lograr controlar el ciclo estral de esta especie. Las hormonas de la reproducción equina tienen secreción tónica y pulsátil, la secreción tónica hace relación con niveles basales continuos, mientras que la secreción pulsátil, se refiere a una serie de pulsos o episodios de niveles de la hormona más altos, estas formas de secreción varían con el paso del ciclo.

La yegua es una hembra estacional de forma natural, en el país se ha observado estacionalidad, pero cuando los animales se ven sometidos a estrés nutricional, esto es debido a que la reproducción va ligada a la nutrición, lo que explica porque cuando se presenta menor cantidad y calidad de alimento los equinos muestran una estacionalidad en el trópico.

Esto también puede ser relativo a la raza, ya que las razas que no llevan sangre árabe presentan estaciones más cortas, por lo contrario el Pura sangre Inglés presenta estaciones mucho más largas.

El control endocrino del ciclo estral equino está ligado al eje hipotálamo pituitaria-

gónada, que en el caso de la yegua es el ovario, pero mucho más importante es el fotoperiodo; también son factores importantes la nutrición, temperatura ambiental etc.

Una de las moléculas que mayor importancia juega en el control endocrino del ciclo estral de la hembra equina es la Melatonina, la cual es producida en las noches por la glándula pineal, que bajo la influencia de días cortos, inhibe la actividad del eje central, a medida que los días se hacen más largos cesa la influencia de ésta sobre el eje y permite la producción de la hormona Hipotalámica GnRH, lo que estimula la producción de LH y FSH.

Otra de las hormonas involucradas en el ciclo estral de los equinos es la Prolactina, aunque no se entiende bien su función en el equino, interactúa con la melatonina en otras especies estacionales, pero se cree que aumenta el metabolismo haciendo más eficiente la conversión alimenticia haciendo que las hembras equinas tengan mayor posibilidades de llegar a la ovulación.

A continuación se explicará cada una de las moléculas involucradas en la reproducción equina y que función cumplen en esta.

#### **a. Melatonina**

Morel, D. (2005), dice que es secretada por la glándula pineal, se produce en dos fases; Fotofase, durante el día y Ecotofase, durante la noche, por lo que se entiende que es una secreción circadiana, donde los niveles más altos se evidencian durante la noche. La presencia de luz o ausencia de la luz del día es percibida por la glándula pineal por medio de mensajes neurales a partir de la retina del ojo, en ausencia de luz se induce la versión de triptófano a melatonina. Aún no se conoce el mecanismo exacto por el cual la melatonina controla el hipotálamo pero parece probable que los opioides endógenos ( $\beta$  endorfina), y dopamina estén involucrados en su función.

### **b. Hormona Liberadora de Gonadotrofinas (GnRH)**

Morel, D. (2005), menciona que es producida por el Hipotálamo, es sintetizado y luego almacenado en el hipotálamo basal medio, esta hormona es un enlace humoral entre lo neural y lo endocrino. Por medio de señales neurales GnRH inicia su liberación que es pulsátil, pero puede ser tónica en ciertas fases del ciclo, ésta se dirige hacia el sistema portal hipofisiario para que de la hipófisis anterior se libere LH y FSH.

La GnRH es activada debido gracias a que la melatonina deja de ejercer sobre el hipotálamo y al haber días de mayor horas luz el eje hipotálamo-hipófisis se activa y esta hormona puede ser secretada de forma pulsátil, para así liberar LH y FSH.

### **c. Hormona Folículo Estimulante (FSH)**

Morel, D. (2005), da a conocer que liberada por la hipófisis anterior, su órgano blanco es el ovario donde tiene como función el desarrollo de los folículos que son reclutados; sus concentraciones basales surgen una liberación bifásica, estas concentraciones se encuentran entre los días 9 al 12 del ciclo estral y en el momento de la ovulación. Su principal pico se presenta cercano a la ovulación y se inicia el día 15 con un pico de 4 ng/ml, incrementándose hasta alcanzar 9 ng/ml durante el estro.

### **d. Hormona Luteinizante (LH)**

Morel, D. (2005), dice que es secretada por la pituitaria anterior, se libera de forma pulsátil o tónica, la frecuencia de dichos pulsos incrementan de 0.38 a 4.74 pulsos/día a medida que la yegua inicia su ciclo estral.

Una de sus funciones es producción adicional de andrógenos, que proporciona estrógenos que dan el comportamiento de estro a la hembra equina y su sincronía con la ovulación, sus niveles se van aumentando desde su nivel más bajo 1 ng/ml, con una frecuencia de 1.4 pulsos cada 24 horas varios días antes del estro, y es la encargada de inducir la ovulación, algunos autores dicen que está implicada en



la formación del cuerpo lúteo, lo que explica porque el pico de LH en equinos se da después de la ovulación.

Hay una hormona que se produce a partir de la acción de FSH y LH, debido a que éstas hacen que los folículos sean capaces de producirla, se dice que los folículos son capaces de sintetizar estrógenos con base en los andrógenos que se producen por la acción de FSH y LH.

#### **e. Estrógenos (E2)**

Morel, D. (2005), da a conocer que los estrógenos son producidos por los folículos a partir del colesterol, éste es luego transformado en progesterona, donde es transformada, el cual depende de la enzima aromatasa que es FSH dependiente, este de 24-48 horas antes de la ovulación alcanza un pico de 10-15 pg/ml cayendo inmediatamente después del estro a niveles basales. Estos son los responsables de los cambios de comportamiento y físicos de la yegua cuando está en estro, y asociado a la receptividad sexual.

Luego de que estas hormonas han cumplido con su función y han ovulado el folículo y se forme el cuerpo lúteo, aparece una hormona llamada progesterona que es producida por el cuerpo lúteo la cual va ser la encargada de mantener la preñez.

#### **f. Progesterona (P4)**

Morel, D. (2005), indica que es producida por el cuerpo lúteo, sus niveles basales empiezan a elevarse luego de la ovulación, son evidentes después de 24 horas, alcanzando su máximo nivel a los 4-5 días después de la ovulación con 10 ng/ml y se mantienen elevadas hasta el día 15 del ciclo estral. Si no hay gestación los niveles descienden 4-5 días antes de la siguiente ovulación.

Tiene un efecto inhibitorio en la liberación de gonadotropinas, para que se de el pico de LH es necesario que los niveles de P4 desciendan, en cambio con la FSH

ocurre algo distinto y particular en la yegua, se observa un segundo pico de FSH 10-12 días después de la ovulación. Si la yegua no queda gestante los niveles de P4 deben descender para permitir que vuelva entrar en celo y ovule el día 21.

Cuando la hembra no queda gestante, es necesario que se de un siguiente celo y consecuentemente otra ovulación en 21 días, esto no sería posible si el cuerpo lúteo no es destruido, para esto el organismo tiene como medio una prostaglandina llamada  $\text{PGF2}\alpha$  ya que ésta tiene la propiedad de causar Luteólisis, lo que significa que destruye el cuerpo lúteo.

#### **g. Prostaglandinas F2 alfa ( $\text{PGF2}\alpha$ )**

Morel, D. (2005), da a conocer que la liberación es de forma pulsátil, es producida por el endometrio uterino y es la causante de la caída de los niveles de P4 ya que causa la luteólisis, en la yegua la  $\text{PGF2}\alpha$  alcanza el ovario por circulación general y no por el mecanismo de contracorriente que se observa en la vaca y oveja. Fuera de estas hormonas, hay dos moléculas de las cuales no hemos hablado, y que permiten la selección y dominancia del folículo, estas interactúan con la FSH y permiten también que se llegue a la ovulación.

#### **h. Inhibina y Activina**

Morel, D. (2005, menciona que la inhibina es producida por los folículos grandes, cercanos a la ovulación, ésta causa una retroalimentación negativa sobre la producción de FSH, lo que quiere decir que inhibe a la hormona Folículo Estimulante. También se ha encontrado la Activina, la cual ha sido aislada del líquido folicular, ésta causa una retroalimentación positiva sobre la secreción de FSH, lo que quiere decir que estas moléculas son las moduladoras de la acción de la FSH.

### **C. EL CICLO ESTRAL**

Rivera, M. (2012), dice que el período comprendido entre dos ovulaciones, con

síntomas de celo y bajos niveles de progesterona  $< 1$  ng/ml. El ciclo reproductivo de la yegua se entiende más fácilmente si se divide en dos fases, la fase folicular o estrogénica y la fase lútea o diéstrica. La fase folicular se caracteriza por el desarrollo del folículo, secreción de estrógenos y signos de receptividad sexual. La fase lútea, comienza con la ovulación, formación y desarrollo del cuerpo lúteo, secreción de progesterona y resistencia o rechazo del macho.

En términos generales el estro en yeguas se presenta cada 18 a 24 días con un promedio de 21 días, aunque los ponys tienen un ciclo más largo (25 días). El celo dura de 3 a 9 días (5 en promedio) y la ovulación tiene lugar 24 a 48 horas antes del final del mismo. Al contrario del folículo en desarrollo, el cuerpo lúteo es insensible a la duración del día y el comportamiento propio del diestro dura constantemente 14 a 15 días.

Generalmente hay ovulación de un solo folículo (35 y 60 mm, promedio 45 mm), existiendo al mismo tiempo un folículo de 20 a 30 mm denominado secundario. Este segundo folículo crece rápidamente y ovula a las 24 horas o más tarde, dando lugar a un CL secundario, sin que se altere la longitud del ciclo o la ovulación siguiente. Luego del parto se presenta un celo Denominado “Celo del Potro”, el cual será corto cuando se analice el comportamiento reproductivo durante el puerperio.

## **1. Fases o etapas del ciclo estral**

### **a. Proestro**

López, J. (2011), da a conocer que tiene una duración de dos días, se caracteriza por la ausencia de cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo, un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de LH que conducen a la maduración del folículo ovulatorio.

**b. Estro**

López, J. (2011), indica que tiene una duración de 5 a 7 días, en este periodo la yegua presenta todos los signos del celo y esta apta para recibir al macho y concebir.

**c. Metaestro**

López, J. (2011), dice que tiene una duración de 2 a 3 días, durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo.

**d. Diestro**

López, J. (2011), determina que tiene una duración de 12 a 13 días, presenta Cérvix pequeño, contraído y firme. A medida que se desarrolla el cuerpo lúteo el útero incrementa su tono y espesor, útero turgente, la vagina color rosado pálido, moco cervical escaso y pegajoso.

**2. Dinámica folicular**

Cintora, I. (2007), menciona que la selección del Folículo Dominante en animales de una ovulación, está altamente influenciada por su diámetro al momento de la desviación. La desviación comienza al final de la fase de crecimiento común de los folículos de la onda y se caracteriza por el crecimiento continuo del folículo dominante en desarrollo y la regresión de los folículos subordinados. En la yegua, el final de la fase de crecimiento común y el comienzo de la desviación sucede cuando el futuro folículo dominante tiene un diámetro de 22.5 mm.

Ginther, O. (2012), determina que durante el ciclo estral en la yegua se presentan ondas grandes con folículos ovulatorios y ondas menores anovulatorias. En las ondas foliculares mayores, la desviación ocurre con el desarrollo de un FD. La única onda que presentó un crecimiento continuo fue la onda mayor que emerge durante la mitad del intervalo interovulatorio y da origen al folículo ovulatorio. El

folículo anovulatorio de la primera onda mayor alcanza un diámetro similar al diámetro del folículo dominante ovulado de la última onda mayor. El diámetro preovulatorio del Folículo derecho de la onda ovulatoria es de 45 mm.

Las ondas que emergen en la segunda mitad del ciclo estral culminan con la ovulación se clasifican como foliculares primarias, y las ondas que surgen entre el final del ciclo y el inicio del diestro se denominan secundarias.

El inicio de una onda de desarrollo folicular se estimula por el aumento en FSH que en la especie equina es la responsable del reclutamiento de los folículos con diámetro de aproximadamente 13 mm. Después de cuatro a cinco días, la concentración de FSH alcanza su valor máximo en sangre y los dos folículos mayores alcanzan un diámetro promedio de 19 a 22 mm.

Adicionalmente, en los equinos el estradiol, la activina-A y la inhibina-A comienzan a aumentar diferencialmente en el futuro folículo dominante cerca de un día antes de la divergencia folicular.

Gastal, E. (1999), indica que la selección del FD en la especie equina es dependiente de la asociación de cambios en las concentraciones de FSH y del crecimiento y el desarrollo folicular. La elevación en las concentraciones de LH circulante se encuentra cerca al momento de la divergencia y puede ejercer un papel en el crecimiento continuo del folículo mayor. No obstante, no se conoce si la LH empieza a ser utilizada por el folículo mayor antes, durante o después del inicio de la divergencia folicular. Algunos estudios sugieren que la LH no influye en el crecimiento del FD en las yeguas, sino hasta que se inicia la divergencia.

El folículo dominante de la mayor onda anovulatoria por lo general no alcanza el diámetro comparable con el diámetro máximo de los folículos ovulatorios. Los informes sobre ondas menores en yeguas individuales se basaron en un incremento estadístico del diámetro de seis folículos grandes.

Existen grandes diferencias en los patrones de las ondas foliculares observadas durante el ciclo estral en las distintas razas. Por ejemplo en el Cuarto de Milla generalmente solo puede detectarse una onda mayor a finales del diestro que

conduce al estro y a la ovulación. En las Pura Sangre suele darse con frecuencia una onda secundaria a principios del diestro, el folículo dominante en esta onda ovulara o será anovulatorio

El diámetro promedio del folículo ovulatorio fue de 41 mm con una variación de 38 mm como tamaño mínimo y 46 mm como diámetro máximo. Los hallazgos de diferentes autores, coinciden en que las yeguas ovulan con un tamaño promedio de 41,33 +/- 1,9mm.

Gastal, E. (1999), dice que las yeguas que pesan entre 400 -500 kg suelen ovular a partir de folículos de 45- 65 mm de diámetro, mientras que las más pequeñas con un peso entre 225-350 kg ovulan con folículos 35-45 mm de diámetro.

Diferentes trabajos efectuados mediante exámenes ecográficos seriados durante el ciclo estral, en yeguas de Paso Fino Colombiano y en diferentes regiones han concluido que los promedios de ovulación son en un 60% del ovario izquierdo y un 40% del ovario derecho.

#### **a. Reclutamiento**

Ginther, O. (2000), indica que el reclutamiento es el proceso por el cual un grupo de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación. Las olas foliculares se ven precedidas o acompañadas de un pequeño pico de FSH. Todos los folículos que crecen en cohorte contienen receptores específicos para la FSH y dependen de esta gonadotropina para crecer. En esta etapa, los folículos en crecimiento no disponen de un número suficiente de receptores de LH para responder a una estimulación de tipo LH, razón por la cual esta fase del crecimiento recibe a veces el nombre de FSH dependiente.

#### **b. Selección**

Ginther, O. (2000), menciona que es el proceso por el cual un folículo es elegido y

evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación.

### **c. Dominancia**

Ginther, O. (2000), dice que es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de un nuevo grupo de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos.

Tras su selección, el crecimiento, la actividad estrogénica y el plazo de vida de un folículo dominante son controlados por el patrón de pulsos de la LH. Así, cualquier cambio en el patrón de secreción de la GnRH y, por tanto, en el de la LH, tendrá un marcado efecto sobre el crecimiento continuo del folículo dominante y su ovulación.

## **3. Foliculogénesis**

Hafez, E. (2002), determina que el ovario realiza dos funciones principales. Una es la producción cíclica de óvulos fecundables. La segunda es la producción de una proporción balanceada de hormonas esteroides que mantienen el desarrollo del aparato reproductor entre otras. El folículo es el compartimiento ovárico que permite al ovario cumplir su doble función de gametogénesis y esteroidogénesis.

En la reserva de folículos primordiales, formados durante la vida fetal o poco después del nacimiento, algunos comienzan a crecer y no dejan de hacerlo durante toda la vida o hasta que se agote la reserva. Cuando un folículo sale de la reserva, sigue creciendo hasta la ovulación o hasta que se degenera, como ocurre en la mayoría de folículos. El folículo de mayor tamaño se encarga de la secreción de estrógenos por el ovario durante el estro; dicha secreción disminuye con rapidez al momento del pico de hormona luteinizante.

#### **4. Crecimiento folicular**

Hafez, E. (2002), menciona que el crecimiento y maduración folicular representan una sucesión de transformaciones subcelulares y monocelulares de diversos componentes del folículo: el oocito, granulosa y teca, regida por varios factores intraováricos e intrafoliculares y señales hormonales que conducen a la secreción de andrógenos y estrógenos. En el crecimiento folicular intervienen la proliferación y la diferenciación (inducidas por hormonas) de la célula de la teca y la granulosa lo que finalmente causa un incremento en la capacidad de los folículos de producir estradiol y reaccionar a gonadotropinas.

La producción de estradiol determina cuál folículo adquirirá los receptores de LH necesarios para la ovulación y la luteinización.

El inicio de la actividad reproductiva se produce paulatinamente. Durante este período, la concentración de FSH es óptima para producir el reclutamiento de folículos pero al no liberarse LH en cantidad suficiente, no se desencadena la ovulación. La deficiencia estacional que se observa en la liberación de LH resulta en una concentración baja de los factores presentes en el líquido folicular como IGF-I, estradiol, inhibinas y factores angiogénicos (VEGF). Todo esto conduce a que no se produzca la ovulación. La concentración baja de estradiol e inhibinas a su vez, lleva a una mayor concentración de FSH porque no se produce el mecanismo de retroalimentación negativo. Al principio de la transición ocurren sólo ondas foliculares menores. Se denomina ondas foliculares menores al reclutamiento de un número determinado de folículos que crecen entre 6 y 21 mm y regresan simultáneamente sin la formación de un folículo dominante. Al final de la transición, ocurren ondas foliculares mayores.

Se produce el reclutamiento de un conjunto de folículos antrales que si bien regresan todos, uno de ellos logra alcanzar mayor tamaño que los demás, más de 21 mm de diámetro. A la palpación los ovarios se palpan como “racimos de uvas” por la presencia de muchos folículos de tamaño similar entre ellos (20-30 mm).

El comportamiento de la yegua en esta etapa se caracteriza por tener celos largos e irregulares. La elevación de la LH permite la primera ovulación dando por



terminado la etapa de transición y el comienzo de la etapa reproductiva.

## **5. Determinación del momento de la ovulación**

Ginther, O. (2012), determina que generalmente en una onda folicular la atresia de los folículos y el crecimiento de otros ocurren hasta cuando un sólo folículo empieza a dominar hasta llegar a ser ovulatorio. La presencia de múltiples folículos hace difícil detectar el momento de la ovulación mediante la palpación, por ello se hace necesario monitorear secuencialmente los cambios foliculares de la población del ovario durante este periodo. La observación de la presencia de un cuerpo lúteo puede confirmar que la yegua se encuentra en el periodo de ovulación.

Los parámetros para determinar el momento de la ovulación incluyen:

- Porcentaje de cambio en la forma, tamaño del folículo, ecogenicidad del folículo y de la pared del folículo, adelgazamiento de la pared del folículo.
- Ausencia de edema en los cuernos y cuerpo uterino.
- Apertura del cérvix, lo cual es de difícil la apreciación ecográfica.

El incremento de ecogenicidad en el folículo, también ocurre previo a la ovulación, quizás debido a la degeneración y el subsiguiente espacio de las células de la granulosa hacia la pared folicular. En adición los cambios en la forma del folículo que en un principio fue esférica hasta tener una forma completamente irregular frecuentemente ocurre antes de la ovulación y puede ser debido a la disrupción del estroma ovárico, cuando el folículo trata de protuir hacia la fosa de la ovulación. Aunque los anteriores cambios pueden no ser frecuentemente consistentes como indicadores de la inminente ovulación, existe un parámetro que es especialmente exacto que cualquier otro método, este es el tamaño del folículo.

## **6. Signos del celo**

Cintora, I. (2007), menciona que al comienzo del celo los signos son vagos

siendo claros e intensos hacia el momento de la ovulación. La presencia del macho u otras hembras estimula su manifestación. El instinto materno puede alterar el comportamiento normal de celo.

- a. Inquietud del animal.
- b. Se planta de atrás y aparta las patas.
- c. Levanta y desvía la cola.
- d. Expulsión de moco y orina en pequeñas cantidades.
- e. Guiño vulvar.
- f. Enrojecimiento mucosa vaginal.
- g. Dilatación del cuello.

## **7. Características reproductiva de la yegua**

Cintora, I. (2007), dice que la yegua posee ciertas características reproductivas propias de su especie, como son:

- a. Fosa ovulatoria.
- b. Celos durante la preñez.
- c. Ovulación en los dos últimos días del estro.
- d. Ovulaciones diéstricas.
- e. Sensible al fotoperiodo para entrar en celo.
- f. Razas árabes y con descendencia árabe más precoces.

## **D. BIOTECNOLOGÍA REPRODUCTIVA**

### **1. Sincronización de celos**

Hernández, J. (2000), indica que la sincronización o concentración de los celos de un grupo de hembras en 2 o 3 días, es uno de los importantes adelantos en el control del ciclo estral. Esta técnica está destinada a prestar un fundamental apoyo a la inseminación artificial y a la monta natural, se ha convertido en una llave imprescindible en la técnica del trasplante de embriones, que se encuentra ya en su fase comercial en países desarrollados.

### **a. Ventajas de la sincronización estral**

Hernández, J. (2000), señala que la sincronización de los celos, con o sin detección de los mismos, la posterior inseminación artificial de los vientres y en períodos cortos de tiempo, ofrece numerosas ventajas ante su implementación:

- Permite incorporar la inseminación Artificial o monta natural a grupo de yeguas con crías sin afectar parámetros reproductivos.
- Permite inseminar yeguas con cría al pie en pocos días y con esquemas simples de trabajo.
- Se minimizan los movimientos de los rodeos.
- Facilita el control de los partos.
- Permite el mejoramiento genético de los rodeos.
- Facilita la incorporación de la I.A. en rodeos con alto número de animales.
- Mejorar los índices reproductivos al conseguirse que los animales no pasen mucho tiempo sin ciclar.
- Planificación de la producción, es decir obtener una cría por yegua en el periodo deseado.

### **b. Desventajas de la sincronización estral**

Pursley, J. et al., (2007), presenta las siguientes desventajas:

- Costos iniciales más altos.
- Requiere medios adecuados.
- Incremento de los costos laborales.
- Requiere trabajo experimentado y períodos de manejo intensivo.
- Solamente son posibles de aplicar en yeguas vacías normales con síntomas y signos de actividad ovárica, en buenas condiciones corporales y con un balance energético positivo en la alimentación.

## **2. Inseminación Artificial**

Estévez, A. (2012), señala que la diferencia de otras especies, la inseminación artificial en yeguas no ha sido una técnica tan utilizada debido a las dificultades que implica su utilización. No es fácil de recoger y además entraña cierto riesgo para las personas que los obtienen. Por otra parte el semen de caballo tiene lo que se conoce como esmegma, componente viscoso que es necesario separa del resto del eyaculado antes de su dilución y los espermatozoides pierden su capacidad fertilizante a temperatura ambiente al cabo de las 6 horas de su recogida. Otro factor por lo que la inseminación artificial en équidos no se utiliza tanto como en otras especies es la hembra. En ésta, si el macho no está presente, las manifestaciones comportamentales de celo son nulas y la capacidad del ganadero para reconocer el momento adecuado del celo para la inseminación se ve afectada.

### **a. Ventajas**

Estévez, A. (2012). Las ventajas que presenta la inseminación artificial en yeguas son:

- Acelera la mejora genética con la mayor difusión de sementales de alto valor.
- Elimina la necesidad de desplazar las yeguas con los problemas que pueda suponer.
- Evita enfermedades de transmisión venérea.
- Disminuye los gastos de cubrición en muchas ocasiones.
- Evita la sobreutilización de un semental.
- Permite la utilización de un semental ubicado lejos de la yegua e incluso muerto.

### **b. Desventajas**

Vargas, J. (2003), manifiesta las siguientes:

- El costo inicial de un programa de inseminación artificial es alto. (Compra de equipo, construcción de instalaciones, etc.).

- Las enfermedades pueden difundirse cuando se utilizan sementales enfermos.
- La consanguinidad tiende a incrementarse cuando se utilizan sementales de una sola línea genética durante muchos años.
- Implica de un dominio de la técnica .Es necesario que el técnico inseminador sea entrenado en una empresa especializada que cuente con bastante experiencia.
- Requiere una muy buena detección del celo (capacitar al personal).

## **E. METODOS Y HORMONAS UTILIZADAS PARA SINCRONIZACION DE CELOS**

Estévez, A. (2012). Los siguientes métodos son utilizados actualmente para inducir a una actividad sexual fértil en las yeguas madres.

### **1. Luz artificial**

Estévez, A. (2012), dice que desde los primeros tiempos, que el aumento de las horas luz por medios artificiales produce la transición del anestro a la etapa de ciclos fértiles regulares.

Los equinos como la mayoría de los animales poseen lo que se denomina "reloj biológico". La exposición a 14 - 16 horas de luz pone en marcha el reloj biológico para la actividad de días largos o de tiempo estival.

Luego de varios estudios se ha llegado a la conclusión que lo más práctico es la extensión del día luego de la puesta del sol. Para lograr esto se colocan las yeguas en corrales iluminados. Las yeguas son colocadas en estos corrales por la tarde controlando el encendido de las luces por medio de células fotoeléctricas. Luego de 2,5 horas (o las que fuesen necesarias para completar las 16), las luces se apagan y las yeguas deben volver a sus potreros.

Si este método es puesto en práctica (Enero para el Hemisferio Norte), algunas yeguas comenzaran a ciclar al principio de la temporada de servicios estipulada

por ley. Con respecto a la luz, cualquier forma es efectiva, ya sea fluorescente o incandescente de 100 o 200 watt. La intensidad lumínica debe ser de 8 pies candela a la altura de la cabeza de la yegua. El pie candela es la luz que da una vela por metro cuadrado.

## **2. Factores liberadores de gonadotropinas (Gn-RH)**

Estévez, A. (2012), menciona que en cuanto al factor liberador de gonadotropinas ha sido utilizado para estimular el ciclo estral, aunque los resultados son muy pobres si se los compara con los obtenidos por medio de la iluminación artificial. Por ello se utilizan en forma complementaria.

Lo que sucede es que las dosis elevadas no son fisiológicas y pueden ocasionar una supresión de la liberación de las gonadotropinas endógenas. Suelen ser más efectivas dosis menores a intervalos de 24 horas.

## **3. Progestágenos**

Estévez, A. (2012), señala que la progesterona natural de cerdo inyectable o los progestágenos orales diariamente durante unos 10 días, impide la liberación de gonadotropinas. Luego de suprimir la administración de este compuesto, las gonadotropinas acumuladas son liberadas a la circulación y de esta forma se inicia la actividad sexual cíclica (generalmente de 3 a 4 días posteriores a la finalización del tratamiento).

También se utilizan implantes de progestágenos que duran 15 días o factores de liberación durante 30 días. Las yeguas más aptas para este tratamiento son las que se encuentran en la etapa de transición o las que presentan celos prolongados, no obteniéndose resultados confiables en las yeguas con anestro profundo.

Además hay que estar seguro de que la yegua no haya ovulado al comenzar el tratamiento porque al finalizar el mismo nos vamos a encontrar con que no hay folículos.

#### **4. Prostaglandinas (PGF2 $\alpha$ )**

Hafez, E. (2002), da a conocer que la prostaglandina es un agente luteolítico natural que destruye el cuerpo lúteo, terminando la fase luteal del ciclo estral y permitiendo el inicio de un ciclo nuevo en ausencia de gestación. En el ciclo natural, en ausencia de preñez, la PGF2 $\alpha$  se produce (12-14) días después de la ovulación. Es particularmente potente para terminar con la preñez temprana. La capacidad de la PGF2 $\alpha$  para inducir Luteólisis, ha sido aprovechada para manipular el ciclo estral e inducir el parto. Esta prostaglandina se sintetiza en casi todos los tejidos del organismo.

La prostaglandina puede ser administrada directamente dentro del útero o de forma sistémica. Se puede utilizar en forma natural, la dosis depende del peso de la yegua.

El éxito de la prostaglandina en establecer el tiempo del estro, es variable y depende más allá del estado del ciclo de las yeguas. El cuerpo lúteo en la mayoría de las yeguas, es refractario si se aplica el tratamiento de la prostaglandina antes del día 5. Normalmente se obtiene una buena respuesta cuando el tratamiento se da entre el día 6 y 9.

Bergfelt, D. (2000), indica que a diferencia de la hembra bovina, la yegua presenta una fase luteal corta y generalmente con una sola onda folicular, por lo que los programas basados en el acortamiento del ciclo con prostaglandinas suelen tener un alto índice de fracasos. La razón principal de estas fallas está vinculada al tamaño del folículo ovulatorio al momento de la aplicación de la dosis luteolítica de PGF2 $\alpha$ .

#### **5. Implantes para yeguas**

Estévez, A. (2012), da a conocer que los implantes subcutáneos de Deslorelin son muy efectivos aplicados al momento del servicio provocando la ovulación dentro de las 24 a 48 horas. post-implante.

## **6. Gonadotropina Coriónica humana (GCh)**

Estévez, A. (2012), da a conocer que la GCh debe ser aplicada en las fases tempranas del estro, cuando encontramos un folículo dominante con un diámetro igual o mayor a 35 mm. Las yeguas que responden a la GCh ovulan dentro de las 48 horas de aplicada.

Es preferible tratar a las yeguas menos de 6 horas antes del servicio. La dosis optima de GCh es de 2500 UI vía intramuscular.

Se ha demostrado en las yeguas la producción de anticuerpos contra la globulina humana que posee la GCh luego de tratamientos múltiples.

## **F. DIAGNOSTICO DE LA PREÑEZ**

Cintora, I. (2007), indica que el período de gestación se extiende desde la fertilización al parto y se ha dividido en tres períodos. Período ovular se extiende desde la fecundación hasta el día 15, durante el cual se desarrolla al estado de blastocisto y llega al útero. El período embrionario abarca del día 15 al día 60, durante el cual se lleva a cabo el desarrollo y crecimiento de los distintos órganos u organogénesis. El período fetal comprende desde el día 60 al parto, durante este se presentan ligeras diferencias de tejidos, órganos o sistemas a lo largo del desarrollo y maduración del feto.

La duración de la gestación varía de 327 a 357 días, con un promedio de 340 – 342 días. Las razas pesadas pueden tener un período de gestación más corto 330 – 340. Los fetos hembras tienen una gestación más prolongada que los fetos machos. Los híbridos tienen un período más largo 350-355.

### **1. Palpación rectal**

Cintora, I. (2007), menciona que al igual que en la vaca es el método más práctico de diagnóstico de los distintos cambios fisiológicos o patológicos del tracto genital. Debe prestarse especial atención tanto a la protección de la yegua como del examinador, mediante:



- Toma de medidas adecuadas de contención.
- Vendaje de la cola.
- Empleo de guantes desechables sensibles.
- Utilización de lubricantes.
- Manipulación suave de las estructuras palpables.

La lesión del recto es más fácil de producir que en la vaca y tiene consecuencias más graves, pudiendo ser fatales por su susceptibilidad al desgarro y la peritonitis.

#### **a. Gestación 18 - 20 días**

- Se aprecia un incremento del tono y la tubularidad de los cuernos uterinos, siendo muy notoria en la bifurcación.
- El cérvix se encuentra elongado, firme y cerrado en forma de lápiz.
- El tamaño de la vesícula amniótica es el de un huevo de paloma, redondeado.
- Los ovarios muestran actividad pronunciada.

#### **b. Gestación 25 - 30 días**

- El útero tono uterino es elevado y las manipulaciones provocan contracciones del cuerno, lateral y medialmente al crecimiento, haciendo más fácil la diferenciación.
- Es obligatoria la comparación cuidadosa de ambos cuernos.
- En algunas yeguas, la unión está marcada por una discreta curvatura dirigida hacia abajo en la base del cuerno. Lo que puede confundirse con el abultamiento de la gestación.
- Continúan el tono prominente del útero, la tubularidad y elongación del cérvix y la actividad ovárica.
- Se percibe un cuerpo abultado esférico en la región anteroventral del cuerno uterino del tamaño de una pelota de Golf, sintiéndose como un globo lleno de agua.
- Diagnóstico certero a la palpación.

**c. Gestación 35 - 40 días**

- Hallazgos similares al de los días 25-30.
- Cuerpo abultado ovalado de mayor tamaño, similar a una pelota de Tenis.
- Abultamiento localizado en la unión del cuerpo con el cuerno.

**d. Gestación 45 - 50 días**

- Tamaño de la vesícula amniótica como una pelota de Beisball, de forma ovalada.
- En la mayoría de las yeguas el útero grávido es estrictamente pélvico.

**e. Gestación 60 - 65 días**

- Se percibe la expansión del concepto hacia el cuerpo del útero.
- La vesícula amniótica tiene un tamaño de un pequeño melón con menos elasticidad. Comienza el descenso a la cavidad abdominal.

**f. Gestación 90 - 100 días**

- La vesícula amniótica está incluida totalmente en el cuerpo del útero, de un tamaño similar al de un balón de football, de forma ovalada.
- El útero crecido comienza a descender sobre el reborde pélvico, no puede retraerse y la convexidad ventral no puede sujetarse. Es fácil palpar el feto mediante balonamiento del útero.
- En la medida que avanza el descenso del útero los ovarios se hacen más mediales y ventrales en la cavidad pélvica, al ser arrastrados por el peso del contenido uterino, por lo que se encuentran posteriores en posición ventral, anterior y muy juntos uno del otro.
- Los ligamentos útero-ováricos se dirigen hacia la línea media, los cuernos se encuentran flexionados hacia la línea media sobre la superficie redonda y fluctuante del útero gestante.

## **2. Ecógrafo**

Tamayo, M. (2009), dice que la ecografía o ultrasonografía es una técnica en la que se emplea ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de los tejidos blandos y órganos internos, las cuales podemos visualizar a través de la pantalla del ecógrafo.

La técnica de ecografía en reproducción equina se incrementa cada día por el veterinario clínico y el especialista en biotecnología de la reproducción, pues su utilización es demandada cada vez más por los ganaderos y los centros científicos, ya que su aplicación confirma o desestima la valoración realizada por palpación rectal, constituyendo un medio diagnóstico de certeza en la dinámica de las ondas foliculares, desarrollo del cuerpo lúteo, la determinación del estado de gestación precoz, sexado de las crías y la evaluación de los procesos patológicos del sistema reproductor, entre otros usos.

La preñez con ecógrafo puede determinarse a los 8 - 10 días post-ovulación donde se muestra una estructura circular anecoica con una línea ecoica en el polo dorsal y ventral. La vesícula embrionaria registra un promedio de 2 mm de diámetro a los 8 días, a los 14 días 19 mm, a los 15 días 24 mm, entre los 16 – 25 días va desde 25 a 35 mm y después de los 25 días los diámetros son muy variables. Las vesículas embrionarias morfológicamente normales tienen una tasa de crecimiento de 2,4 mm/día entre los 11 y 18 días, luego 1,4 mm/día entre los 19 y 27 días.

El embrión dentro de la vesícula es detectado entre los 20 a 25 días, observándose como un pequeño disco extendido en el borde de la vesícula y que gradualmente se aproxima al centro de ella, siendo cada vez más visible su latido cardíaco.

## **G. FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD DE LAS YEGUAS**

Villagrasa, M. (2014). La infección uterina es una de las razones más comunes de la infertilidad en yeguas, pero hay otras razones por las que pueden dejar de concebir, como la obesidad y el síndrome metabólico equino.

### **1. Síndrome de Metabolismo Equino**

Villagrasa, M. (2014). Las hembras con síndrome metabólico equino (SME), pueden tener problemas para quedarse preñadas por una de varias razones. Se sabe que el SME afecta a los factores de crecimiento similares a la insulina, que son importantes en la maduración normal de los folículos ováricos. Si los folículos no maduran y liberan óvulos viables, la yegua no puede concebir.

Con frecuencia el SME se acompaña de obesidad, una condición ligada a los cambios en los ciclos estrales. Incluso si las yeguas obesas pierden y alcanzan una condición corporal más deseable, pueden no recuperar la función reproductiva normal.

### **2. Desnutrición**

Villagrasa, M. (2014), señala que las hembras no pueden ovular regularmente, y sus cuerpos no pueden soportar las demandas nutricionales de la gestación mientras que su peso sea extremadamente bajo.

Las adherencias o quistes en los oviductos de la yegua pueden bloquear el movimiento de los óvulos, aunque estas condiciones no son causas comunes de infertilidad.

### **3. Propietario**

Villagrasa, M. (2014), da a conocer que el hecho de que una yegua en particular no conciba podría no ser culpa suya. Los propietarios de yeguas deben revisar las credenciales de un semental antes de asumir que el problema lo tiene la yegua. ¿El semental tiene un buen historial de reproducción, ya sea con cobertura viva o con la inseminación artificial?. Incluso aunque siempre haya sido capaz de conseguir preñar a las yeguas, podría tener un recuento de espermatozoides temporalmente bajo debido a una enfermedad reciente que le causó una fiebre alta.

Encontrar el problema que hace que una yegua sea infértil es el primer paso y corregirlo puede llevar algún tiempo. Por esta razón, el veterinario debería recomendar a los propietarios la realización de programar un examen para comprobar el estado de la hembra varios meses antes de la fecha de cría proyectada.

## **H. PARTICULARIDADES REPRODUCTIVAS DE LOS EQUINOS.**

López, J. (2011), menciona que la duración de la yegua dura 11 meses la época de celos se solapa con la de partos. Luego del parto, el 1er celo se da entre el 5º a 10º día, éste celo es más corto (de 2 a 4 días). Los dos primeros ciclos estrales después del parto son un poco más largos que los siguientes.

Por lo general en el celo se libera un solo ovocito (con más frecuencia del ovario izquierdo 52,2%), aunque la ovulación doble es frecuente en la yegua pura sangre.

Los ovocitos fecundados no van al útero, sino que quedan en el oviducto y se desintegran, la ovulación se da en la fosa de ovulación, el cuerpo lúteo no es clínicamente palpable (por la curvatura del ovario y las fimbrias del oviducto), luego de la ovulación el folículo se colapsa y se puede palpar una hendidura en la superficie ovárica.

Normalmente hay una hemorragia dentro del folículo, formándose un coagulo que se endurece en 24 horas.

Durante los próximos 3 días la masa luteinizante se palpa como un foco elástico que luego tiene la misma estructura que el resto del ovario (excepto en pony que sí se puede palpar el cuerpo lúteo por el tamaño pequeño del ovario). En el anestro los ovarios son muy pequeños.

## **I. ESTUDIOS REALIZADOS EN YEGUAS**

Morel, D. (2005), menciona que existen grandes diferencias en los patrones de las

ondas foliculares observadas durante el ciclo estral en las distintas razas. Por ejemplo en el Cuarto de Milla generalmente solo puede detectarse una onda mayor a finales del diestro que conduce al estro y a la ovulación. En las Pura Sangre suele darse con frecuencia una onda secundaria a principios del diestro, el folículo dominante en esta onda ovulara o será anovulatorio.

Ramírez, G. (2010), señala que el diámetro promedio del folículo ovulatorio fue de 41 mm con una variación de 38 mm como tamaño mínimo y 46 mm como diámetro máximo. Los hallazgos de diferentes autores, coinciden en que las yeguas ovulan con un tamaño promedio de  $41,33 \pm 1,9$  mm.

Samper, J. (2000), planteó que las yeguas que pesan entre 400 -500 kg suelen ovular a partir de folículos de 45- 65 mm de diámetro, mientras que las más pequeñas con un peso entre 225-350 kg ovulan con folículos 35-45 mm de diámetro.

Ramos, M. (2010), indica que diferentes trabajos efectuados mediante exámenes ecográficos seriados durante el ciclo estral, en yeguas de Paso Fino Colombiano y en diferentes regiones han concluido que los promedios de ovulación son en un 60% del ovario izquierdo y un 40% del ovario derecho.

López, J. (2007), determina que en un estudio realizado en la Sabana de Bogotá, se obtuvieron los siguientes resultados: Tamaño folicular promedio a la ovulación 41,23 mm. Tamaño máximo 46 mínimo 38 mm. Crecimiento folicular diario promedio de 2,04 mm con crecimiento mínimo 0,8 mm y un crecimiento máximo de 3,67 mm, siendo mayor el crecimiento diario en el ovario derecho que en el izquierdo.

Hoyos y Costa (1991), indica que en un estudio realizado en el departamento del Cauca, sobre una población de 41 yeguas Finas Colombianas, entre los trece y catorce años tuvieron como finalidad seguir el desarrollo del folículo preovulatorio mediante ultrasonido, el cual determinó, que las yeguas criollas ovularon de  $43,80 \pm 5,44$  mm. Comparando con los resultados de esta investigación hay una diferencia significativa con los obtenidos por estos autores.

Grajales, H. (2009), aclara que en otro estudio efectuado concluyó que la duración del ciclo de estral en condiciones de la Sabana de Bogotá fue de 20,5 días con un diestro de 13,9, y un estro de 6,6 días. El promedio del tamaño del folículo dominante a la ovulación 43,7 mm, con un crecimiento diario que varió entre 2,9 a 3.5 mm, disminuyendo este crecimiento a los 2 mm/día un día antes de la ovulación, para un promedio de crecimiento de 2,52.

De los resultados obtenidos en los diferentes trabajos analizados en la raza Paso Fino Colombiano, se observa una gran variabilidad de comportamiento teniendo en cuenta su situación geográfica, lo cual se puede atribuir a la influencia del fotoperiodo, temperatura ambiente, humedad relativa, altitud en m.s.n.m. y pluviosidad, así como el manejo nutricional y el estado general del animal. Igualmente se aprecia una gran variabilidad individual en el comportamiento reproductivo de la hembra de Paso Fino Colombiano, dada la amplitud de los rangos obtenidos en los distintos parámetros analizados. Por tal razón es importante efectuar un manejo individual de cada yegua en particular, mediante un seguimiento seriado del crecimiento folicular y el momento de la ovulación, con el fin de obtener los mejores resultados a la Inseminación Artificial o la monta natural.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en diferentes haciendas de la Provincia Chimborazo, las mismas que presentaron distintos pisos climáticos, como se reporta (cuadro 1).

Cuadro 1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO.

Parámetro	Chuquipogio	E.E.T. - ESPOCH	Racho Emilios
Altitud, m.s.n.m.	3400	2720	2000
Temperatura, °C	8 - 10	13,10	15 – 16
Humedad relativa, %	82	71	78
Precipitación, mm/año	800 - 2000	558.60	500 - 2000

Hacienda Chuquipogio, cantón Guano, provincia Chimborazo.  
 Hacienda E.T.T - ESPOCH, cantón Licto, provincia Chimborazo.  
 Rancho Emilios, cantón Alausí, Provincia Chimborazo.  
 Fuente: Departamento de Turismo.

El trabajo experimental tuvo una duración de 120 días, durante los cuales se realizó la sincronización del estro, monta natural, y posteriormente se realizó la determinación de la preñez a los 30 y 45 días.

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En el trabajo se utilizaron 15 yeguas de diferente razas, correspondientes a 5 animales por piso climático o hacienda y en cada una de ellas un tratamiento experimental, sin tomar en cuenta factores como número de partos, edad, actividad que realizan, alimentación, etc. El tamaño de la unidad experimental fue de un animal.



## **C. MATERIALES Y EQUIPOS**

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en el desarrollo de la presente investigación fueron:

### **1. Materiales**

#### **a. Materiales para sincronización de celo**

- Febendazol.
- Prostaglandinas.
- Thoromangan (Coadyuvante – reconstituyente en el tratamiento de infertilidad).
- Jeringas desechables de 5 – 10 – 20 cc.
- Agujas desechables.
- Guantes de cirugía.
- Guantes de inseminación.
- Aceite de cocina.
- Sogas.
- Jáquimas.
- Cinta métrica.

#### **b. Materiales para la Monta**

- Sogas.
- Jáquimas de campo.
- Peal.
- Poste de sujeción.

#### **c. Materiales para Detección de Preñez**

- Ecógrafo.
- Guantes ginecológicos.

- Guantes de cirugía.
- Lubricante.
- Sogas.
- Jáquimas.

## 2. Materiales de Oficina

- Registros.
- Cámara fotográfica.
- Computador personal.

## 3. Materiales de campo

- Overol.
- Botas de caucho.
- Gorra.
- Recipientes para el agua.

## 4. Instalaciones

- Manga.
- Corral.
- Picadero.

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos experimentales serán procesados y sometidos mediante la prueba de  $\chi^2$  (Chi-cuadrado) con la finalidad de determinar la independencia o no de la PROSTAGLANDINA vs. MANEJO según la clasificación de estudio.

Serán analizadas mediante la prueba de  $\chi^2$  (Chi-cuadrado).

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

Donde:

$\chi^2$ = Chi-cuadrado

$O_{ij}$ = Frecuencia absoluta observada o empírica

$e_{ij}$ = Estimaciones de las frecuencias absolutas

El diseño del experimento se describe a continuación (cuadro 2).

Cuadro 2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTO		T.U.E	REPETICIONES	TOTAL ANIMALES
PROSTAGLANDINAS	ESPOCH	1	5	5
	RANCHO			
	EMILIOS	1	5	5
	HACIENDA CHUGIPOGIO	1	5	5
				15

T.U.E.: Tamaño de la Unidad Experimental.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Se maneja la clasificación de acuerdo a manejo, raza y edad en las que se emplea:

- Yeguas que presentan celo en el periodo propuesto %.
- Yeguas confirmadas preñez a los 30 días, %.
- Yeguas confirmadas preñez a los 45 días, %.
- Yeguas que repiten el celo, posterior a la primera monta.
- Costo/Yegua/Gestante.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables experimentales que se medirán son:

Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para dos variables y la prueba de independencia

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

Donde:

$\chi^2$ = Chi-cuadrado.

$O_{ij}$ = Frecuencia absoluta observada o empírica.

$e_{ij}$ = Estimaciones de las frecuencias absolutas.

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. De campo

Al inicio de la investigación se realizó una selección de los animales en base a los registros productivos y reproductivos existentes, también fueron sometidas a un chequeo ginecológico para determinar el estado fisiológico de los ovarios. Luego se escogieron a las yeguas que reunían las siguientes particularidades:

- Que no estén preñadas.
- Que no hayan estado con el reproductor al menos un mes.
- Que no presenten anomalías, ni enfermedades en el tracto genital.
- Que presenten estructuras indicadoras de funcionalidad ovárica (cuerpo lúteo, folículos).
- Que tengan o no partos.

También se realizó la calificación de la condición corporal, para tener la seguridad de que estén aptas para recibir el tratamiento.

#### a. Aplicación de los tratamientos hormonales

De las yeguas que reunieron las características anteriormente mencionadas se asignaron a cada una el siguiente protocolo de sincronización como se reporta

(gráfico 1).

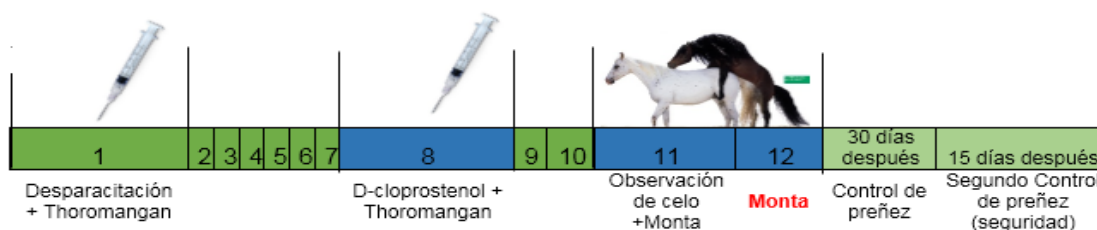


Gráfico 1. Protocolo de Sincronización con PROSTAGLANDINAS.

- El primer día o día cero, se realizó una desparasitación a las yeguas más una dosis de 10 ml de Thoromangan vía intramuscular.
- Al día 8 se procedió a repetir otra dosis de Thoromangan + la PROSTAGLANDINA (PGF2 $\alpha$ ), vía intramuscular.
- Al día 10 se procedió observar celos y dar monta natural.
- Al día 40 se procede a realizar un chequeo para comprobación de preñez.
- Al día 55 se realiza un segundo chequeo ginecológico para asegurar la preñez de las yeguas.

Para la monta natural cada hacienda contaba con un reproductor, para evitar el desgaste del mismo se procedió a sincronizar una yegua a la vez, el promedio de montas a darse en promedio fue de dos.

## 2. Programa sanitario

Con relación al manejo sanitario, las yeguas previas a la aplicación de los tratamientos hormonales fueron desparasitadas por vía oral.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. Condición corporal, puntos

La condición corporal se estimó en un rango del 1 al 5 y las yeguas que estaban de 2 hacia arriba fueron utilizadas para aplicar el tratamiento, yeguas que no han

tenido ningún parto, yeguas con crías, de edad avanzada, etc.

## **2. Presencia de celo, %**

Se evaluó de acuerdo al número de yeguas que se evidencio presencia de celo al momento de la monta.

$$\% \text{ Inducción al celo} = \frac{\text{Nº de yeguas observadas en celo}}{\text{Nº total de yeguas inducidas al celo}} \times 100$$

## **3. Tasa de preñez a los 30 días, %**

Fue evaluado de acuerdo al número de yeguas confirmadas preñez a los 30 días de haberse realizado la monta.

$$\text{Tasa de preñez a los 30 días} = \frac{\text{Nº de preñeces al primer servicio}}{\text{Nº total de yeguas dado monta}} \times 100$$

## **4. Tasa de preñez a los 45 días, %**

Se determinó el número de yeguas confirmadas preñez, que presentaron celo antes de los 45 días y que se dieron monta nuevamente.

$$\text{Tasa de preñez a los 45 días} = \frac{\text{Nº de yeguas preñadas con la 2ª Monta}}{\text{Nº total de yeguas inseminadas}} \times 100$$

## **5. Costo/Yequa/Gestante, dólares**

Este indicador se determinó en función de los egresos que se realizaron, tomando en cuenta las aplicaciones hormonales, materiales utilizadas, la monta natural y relacionándolas con el número de yeguas preñadas.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### A. CARACTERIZACION FERMENTATIVA DEL PREPARADO MICROBIANO NATIVO CON POTENCIAL USO EN ANIMALES DOMESTICOS

Los resultados obtenidos por efecto de la sincronización de la ovulación en yeguas que realizan diferentes trabajos como polo, cabalgata y reproductoras con la utilización de Prostaglandinas en tres diferentes haciendas, ubicadas a diferentes alturas sobre nivel del mar, se reportan (cuadro 3).

Cuadro 3. EFECTO DEL EMPLEO DE PROSTAGLANDINAS EN YEGUAS QUE REALIZAN DIFERENTES TRABAJOS Y QUE RECIBEN DIFERENTE MANEJO.

Variables	Trabajo que desempeña los equinos					X <sup>2</sup> Cal.	X <sup>2</sup> Tab. (0.05)	Sing.
	Cabalgata	No doma	Polo	Madre	Potra			
Presencia de celos	6	1	5	1	2	1,88	9,49	ns
Preñez a los 30 días	6	1	5	1	2	1,88	9,49	ns
Preñez a los 45 días	6	1	3	1	2	1,28	9,49	ns
Repetición de celos	0	0	2	0	0	1,28	9,49	ns

X<sup>2</sup> Cal 0.05 (4 gl) = 1.88).

X<sup>2</sup> tab 0,05 (4 gl) = 9,49.

ns: No existen diferencias estadísticas (Prob > 0.05, según el caso).

ns: No existen diferencias estadísticas (X<sup>2</sup> tab > X<sup>2</sup> cal, según el caso).

##### 1. Presentación del celo

Los resultados de la presencia del celo no fueron diferentes estadísticamente (X<sup>2</sup> cal < X<sup>2</sup> tab), por efecto del empleo de la utilización de la Prostaglandina, registrándose que una vez aplicado el tratamiento, los síntomas del celo fueron en el 100%, en el tiempo establecido todas las yeguas presentaron celos, sin importar la actividad o trabajo que realizan, cabe recalcar que no se encuentran datos comparativos con la presente investigación, como se puede observar (gráfico 2).

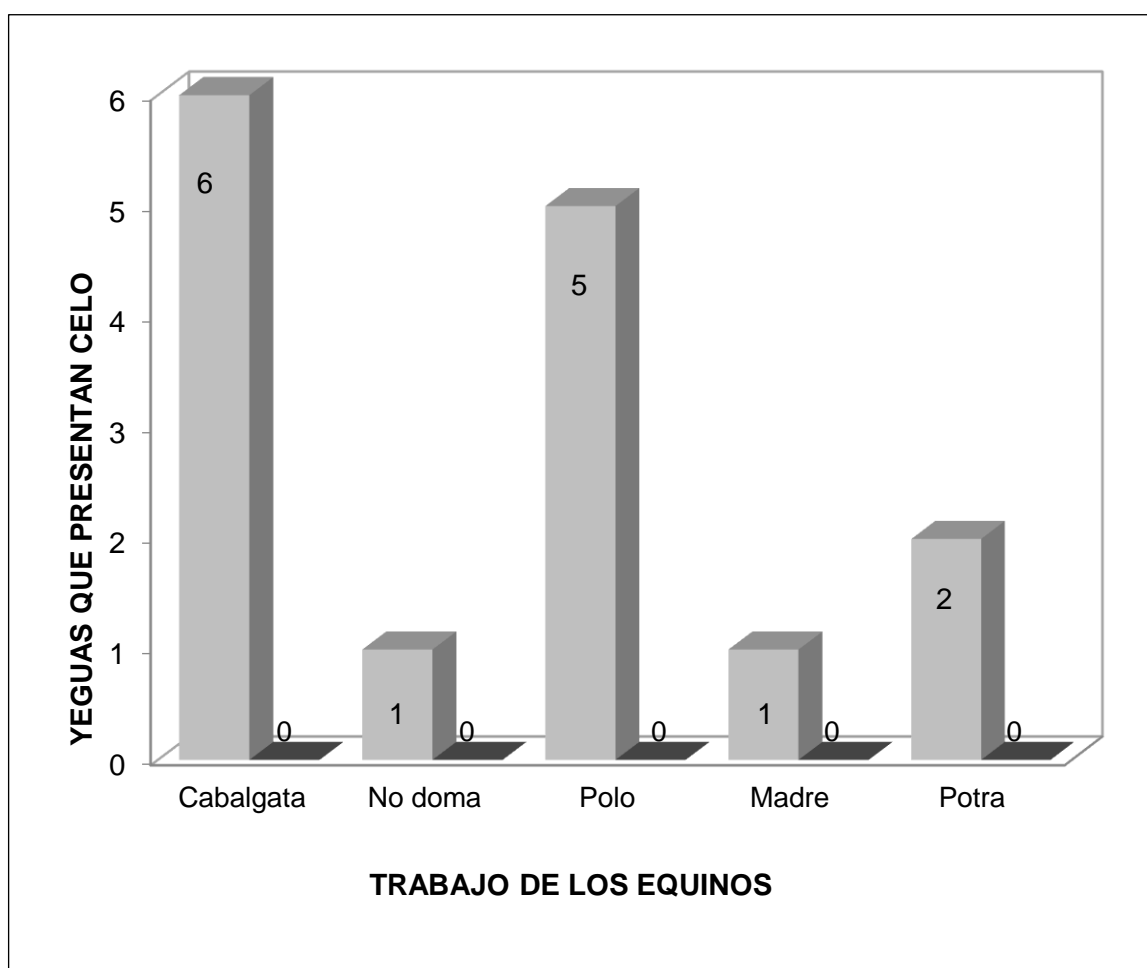


Gráfico 2. Presencia de celo en yeguas que realizan trabajos diferentes en tres haciendas diferentes.

## 2. Preñez a los 30 días

Los porcentajes de preñez determinados a los 30 días de evaluación en las yeguas que se sincronizaron la ovulación con el empleo de prostaglandinas y monta a las 48 horas, las diferencias encontradas no fueron significativas de acuerdo a la prueba de Ji cuadrado ( $X^2_{cal} < X^2_{tab}$ ), el porcentaje de preñez mediante palpación y ecógrafo fue de 100%, como se muestra (gráfico 3).



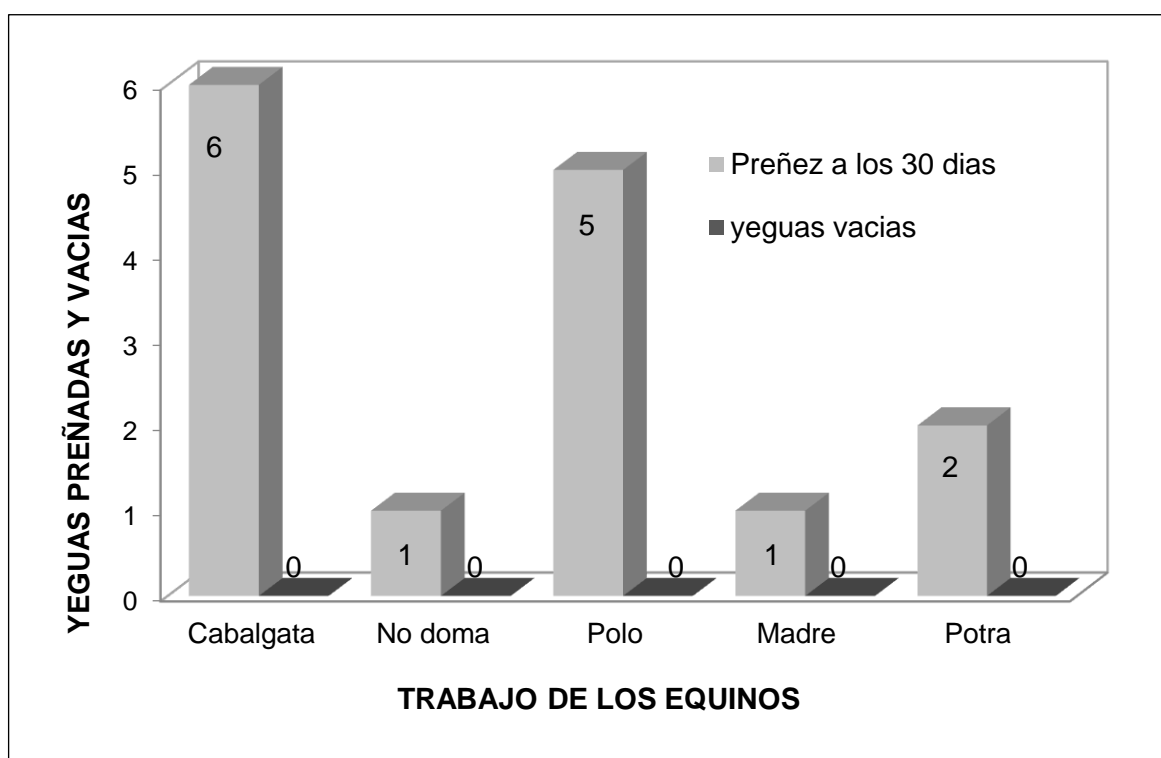


Gráfico 3. Taza de preñez a los 30 días de yeguas que realizan trabajos diferentes en tres haciendas diferentes.

### 3. Preñez a los 45 días

Los porcentajes de preñez presentados por las yeguas que se sometieron a la sincronización del estro con el empleo de prostaglandinas, no presentaron diferencias estadísticas ( $X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$ ), por cuanto las respuestas obtenidas fueron del 60 % de preñez, en los casos de las yeguas de polo, esto se debe posiblemente a que las yeguas reciben entrenamiento diario y quizá x el sobresfuerzo no quedaron preñadas, como se muestra (gráfico 4).

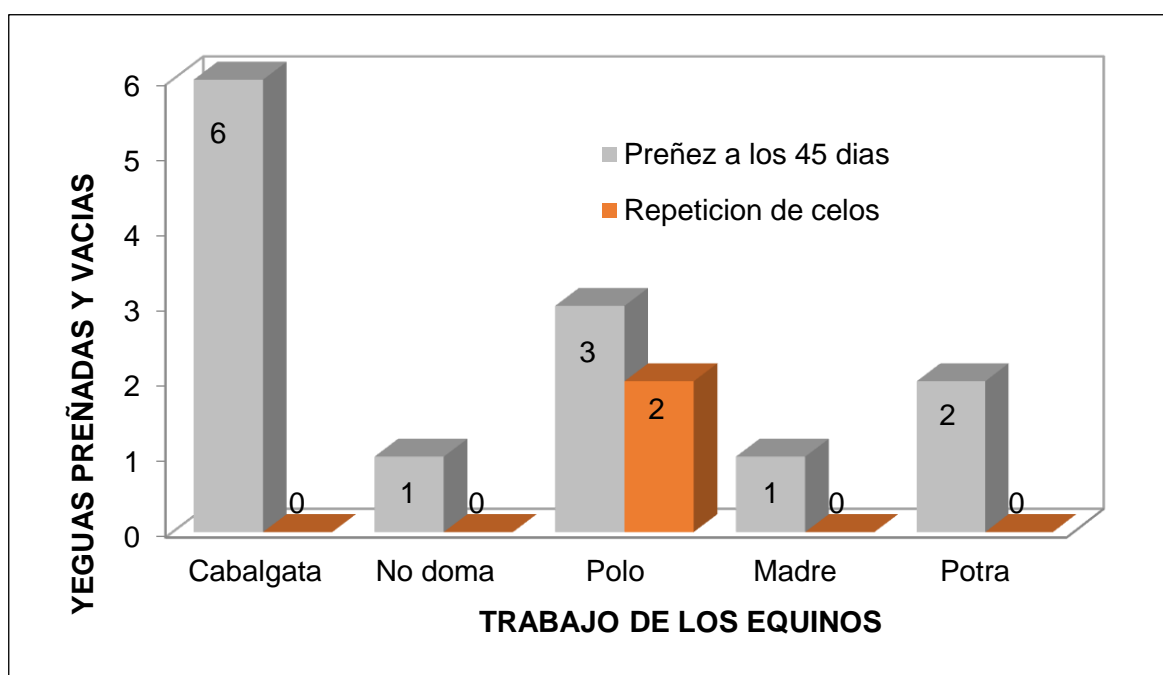


Gráfico 4. Taza de preñez a los 45 días de yeguas que realizan trabajos diferentes en tres haciendas diferentes.

## B. COMPORTAMIENTO DE LAS YEGUAS SEGÚN LA EDAD.

Los resultados obtenidos por efecto de la sincronización de la ovulación en yeguas de diferentes edades con la utilización de Prostaglandinas en tres diferentes haciendas, ubicadas a diferentes alturas sobre nivel del mar, se reportan (cuadro 4).

Cuadro 4. EFECTO DEL EMPLEO DE PROSTAGLANDINAS EN YEGUAS DE DIFERENTES EDADES EN TRES HACIENDAS DIFERENTES, UBICADAS A DIFERENTES ALTURAS SOBRE NIVEL DEL MAR.

Variables	Edad de los equinos Hembras			X <sup>2</sup> Cal	X <sup>2</sup> Tab 0.05	Sing.
	> 10	4 - 10 años	< 3 años			
Presencia de celos	6	6	3	1,88	5,99	ns
Preñez a los 30 días	6	6	3	1,88	5,99	ns
Preñez a los 45 días	4	6	3	1,21	5,99	ns
Repetición de celos	2	0	0	1,21	5,99	ns

Ttab 0.05 (<sub>2 gl</sub>) = 5.99).

X<sup>2</sup> Cal 0,05 (<sub>2 gl</sub>) = 1.88.

ns: No existen diferencias estadísticas (Prob > 0.05, según el caso).

ns: No existen diferencias estadísticas (X<sup>2</sup> tab > X<sup>2</sup> cal, según el caso).

### 1. Presentación del celo

Los resultados de la presencia del celo no fueron diferentes estadísticamente (X<sup>2</sup> cal < X<sup>2</sup> tab), por efecto del empleo de la utilización de la Prostaglandina, registrándose que una vez aplicado el tratamiento, los síntomas del celo fueron en el 100%, en el tiempo establecido todas las yeguas presentaron celos, sin importar la edad en la que se encuentren, en el grupo investigado la edad máxima de las yeguas es de 16 años y la mínima de 2 años y medio, con este rango analizado se puede decir que no importa la edad en la que se encuentre la yegua va a presentar síntomas de celo, (gráfico 5).

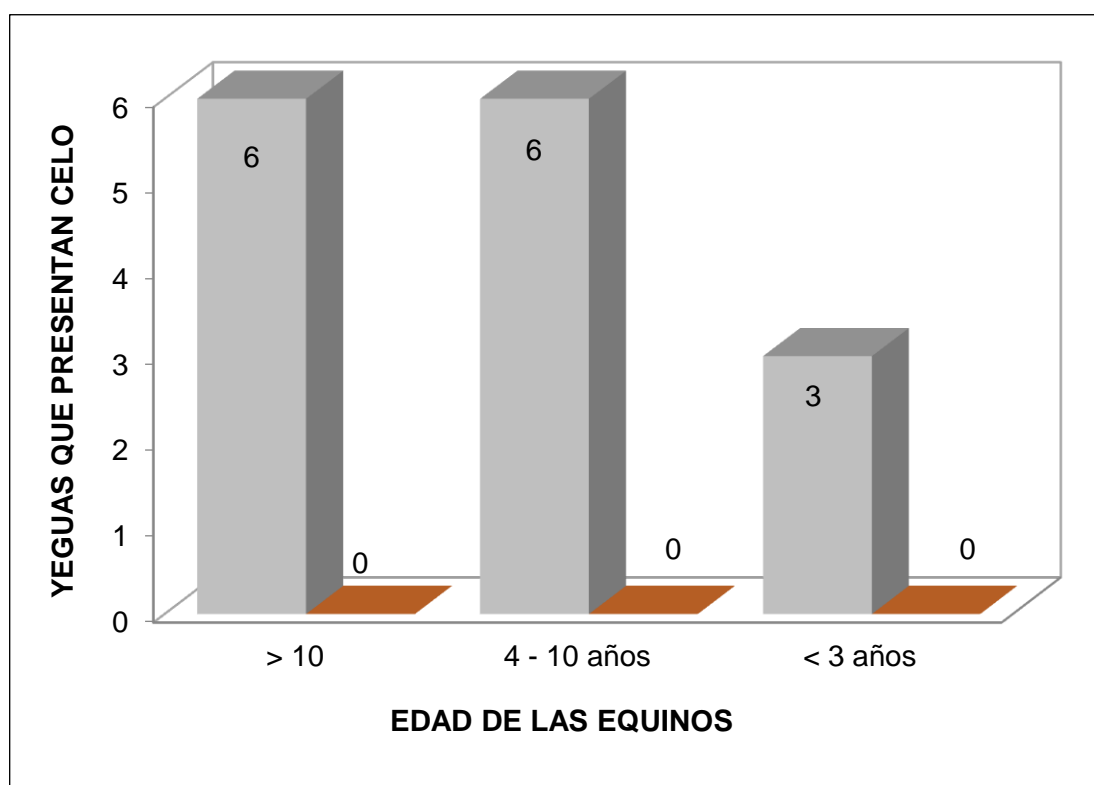


Gráfico 5. Presencia de celo en yeguas de diferentes edades en tres haciendas diferentes.

## 2. Preñez a los 30 días

A los 30 días de verificar la preñez por efecto del empleo de la utilización de prostaglandinas en yeguas de diferentes edades, las respuestas encontradas no fueron significativas ( $X^2 \text{ Tab} > X^2 \text{ cal}$ ), numéricamente las yeguas sincronizadas presentaron un porcentaje de preñez del 100%, como se muestra (gráfico 6).

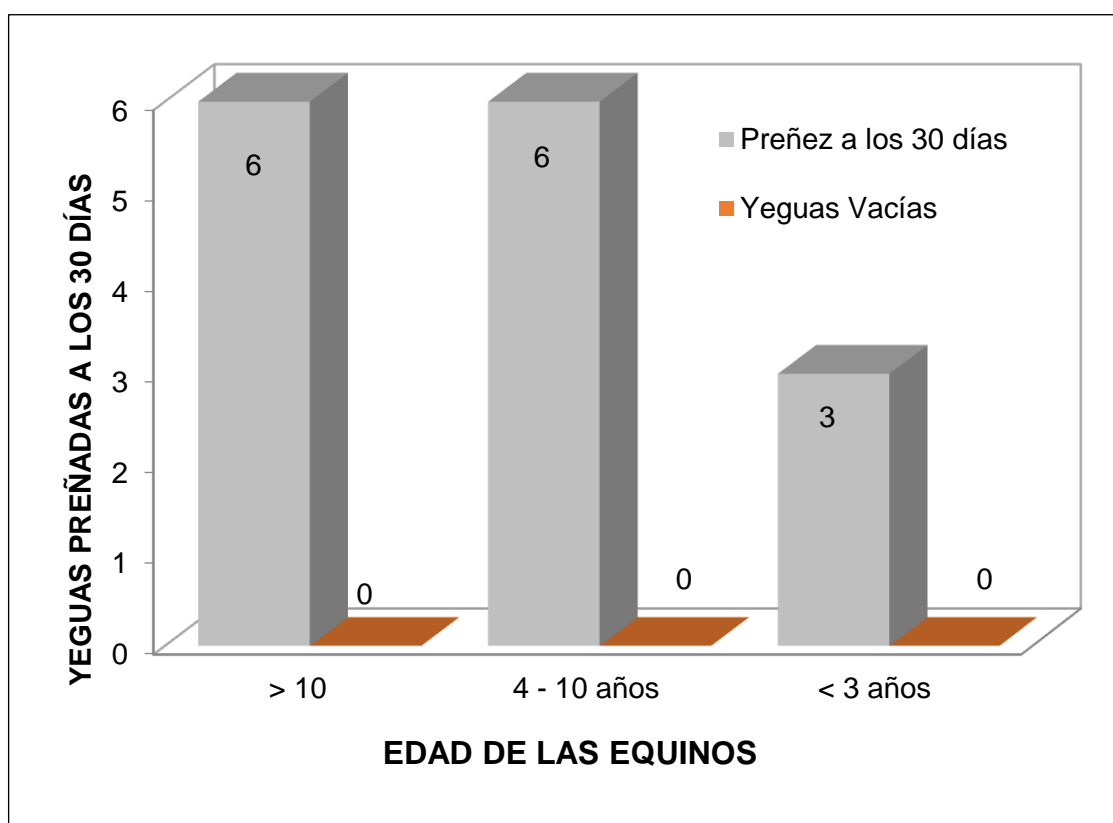


Gráfico 6. Taza de preñez a los 30 días de yeguas de diferentes edades en tres haciendas diferentes.

### 3. Preñez a los 45 días

A los 45 días, los porcentajes de preñez que presentaron las yeguas bajaron ya que dos yeguas no quedaron gestantes luego de la sincronización, no presentaron diferencias significativas ya que ( $X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$ ), los resultados obtenidos se pueden analizar y decir que se dieron ya que las dos yeguas recibían entrenamiento diario y que surgió algún inconveniente y no mostraron positiva la prueba realizada, los resultados se muestran (gráfico 7).

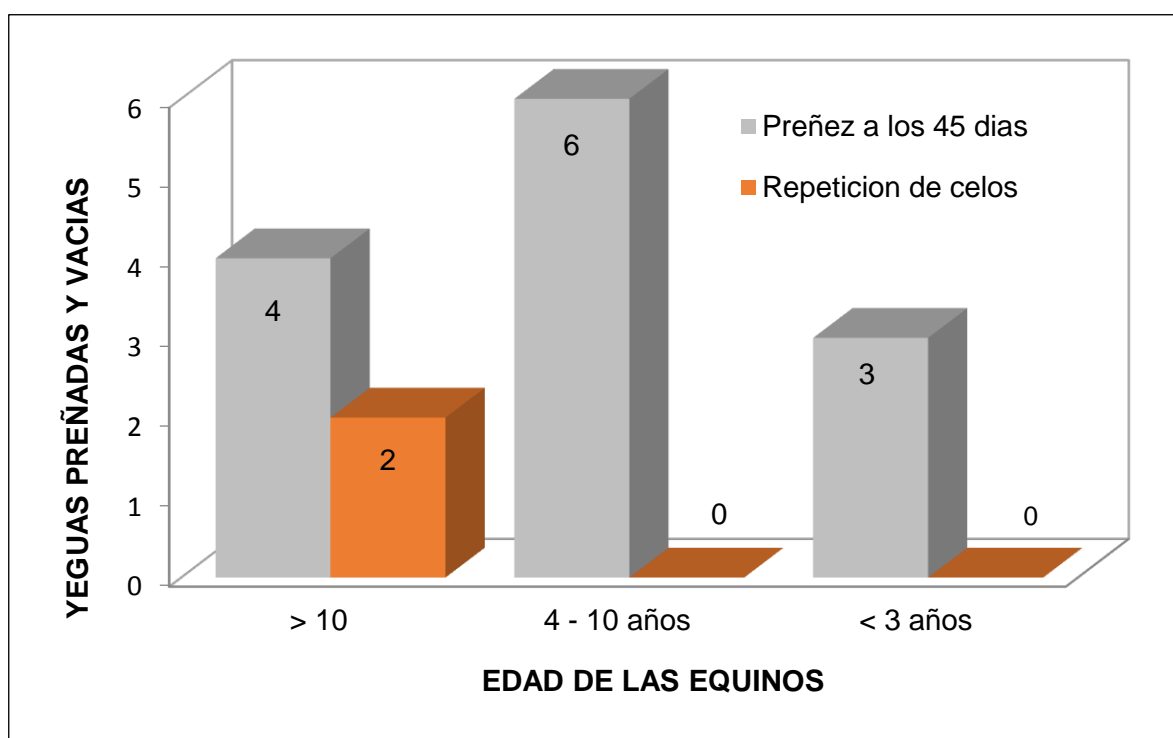


Gráfico 7. Taza de preñez a los 45 días de yeguas de diferentes edades en tres haciendas diferentes.

### C. COMPORTAMIENTO DE LAS YEGUAS SEGÚN LA RAZA.

Los resultados obtenidos por efecto de la sincronización de la ovulación en yeguas de diferentes razas como criollas, angloárabes, ingles mestizo, hispano árabe y polo, con la utilización de Prostaglandinas en tres diferentes haciendas, ubicadas a diferentes alturas sobre nivel del mar, se reportan en el (cuadro 5).

Cuadro 5. EFECTO DEL EMPLEO DE PROSTAGLANDINAS EN YEGUAS DE DIFERENTES RAZAS EN TRES HACIENDAS DIFERENTES, UBICADAS A DIFERENTES ALTURAS SOBRE NIVEL DEL MAR.

Variables	Grupos Genéticos						X <sup>2</sup> Cal	X <sup>2</sup> Tab 0,05	Sin g.
	Anglo-árabe	Criolla	Ingles mestiza	Español Mestizo	Hispano-árabe	Polo			
Presencia de celos	3	4	1	1	1	5	1,88	11,07	ns
Preñez a los 30 días	3	4	1	1	1	5	1,88	11,07	ns
Preñez a los 45 días	3	4	1	1	1	3	1,28	11,07	ns
Repetición de celos	0	0	0	0	0	2	1,28	11,07	ns

T<sub>tab</sub> 0.05 (<sub>5 gl</sub>) = 11.07).

X<sup>2</sup> cal 0,05 (<sub>5 gl</sub>) = 1.88.

ns: No existen diferencias estadísticas (Prob > 0.05, según el caso).

ns: No existen diferencias estadísticas (X<sup>2</sup> tab > X<sup>2</sup> cal, según el caso).

#### 1. Presentación del celo

Los resultados de presentación del celo por efecto del empleo de prostaglandinas fueron no significativos estadísticamente ya que (X<sup>2</sup> Tab > X<sup>2</sup> cal), por cuanto se registró que el 100 % de los yeguas de las tres haciendas presentaron celo, esto quiere decir que sin importar la raza las yeguas después de aplicadas el tratamiento presentan celo, en conclusión la raza no afecta que las yeguas manifiesten los síntomas de celo, se observa en el (gráfico 8).

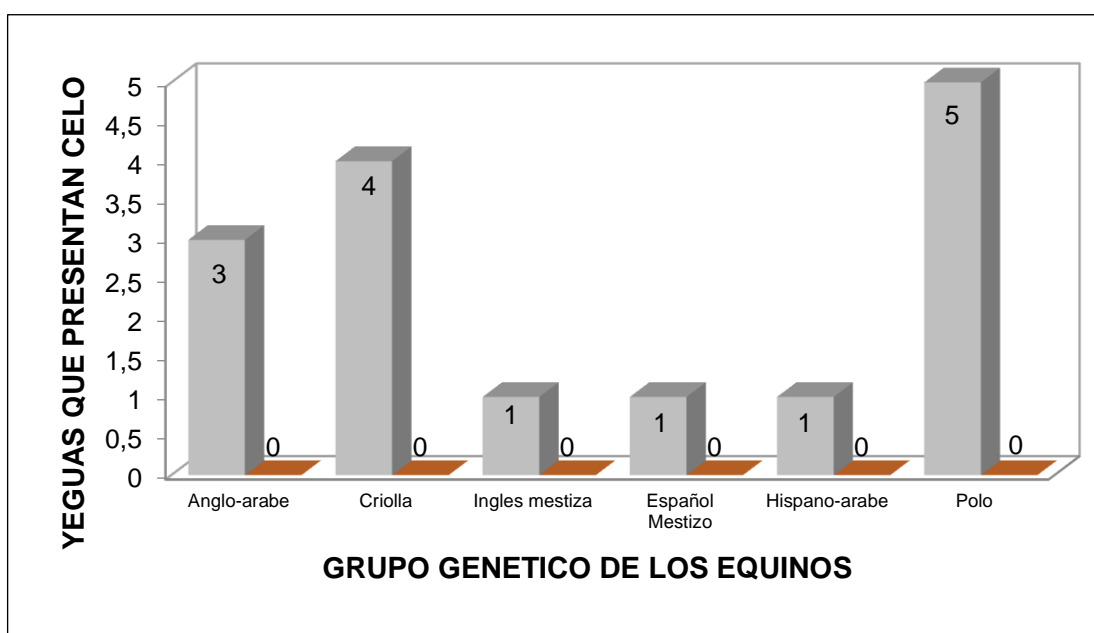


Gráfico 8. Presencia de celo en yeguas que realizan trabajos diferentes en tres haciendas diferentes.

## 2. Preñez a los 30 días

La tasa de preñez a los 30 días por efecto del empleo de prostaglandinas en yeguas de diferente raza, nos proporciona resultados que estadísticamente no fueron significativas ( $X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$ ), a pesar de que se utilizaron yeguas de varias razas, la presencia de preñez a los 30 días fue del 100%, lo que al ponerse analizar la raza no influye en lo absoluto que la yegua quede preñada, se puede observar en el (gráfico 9).



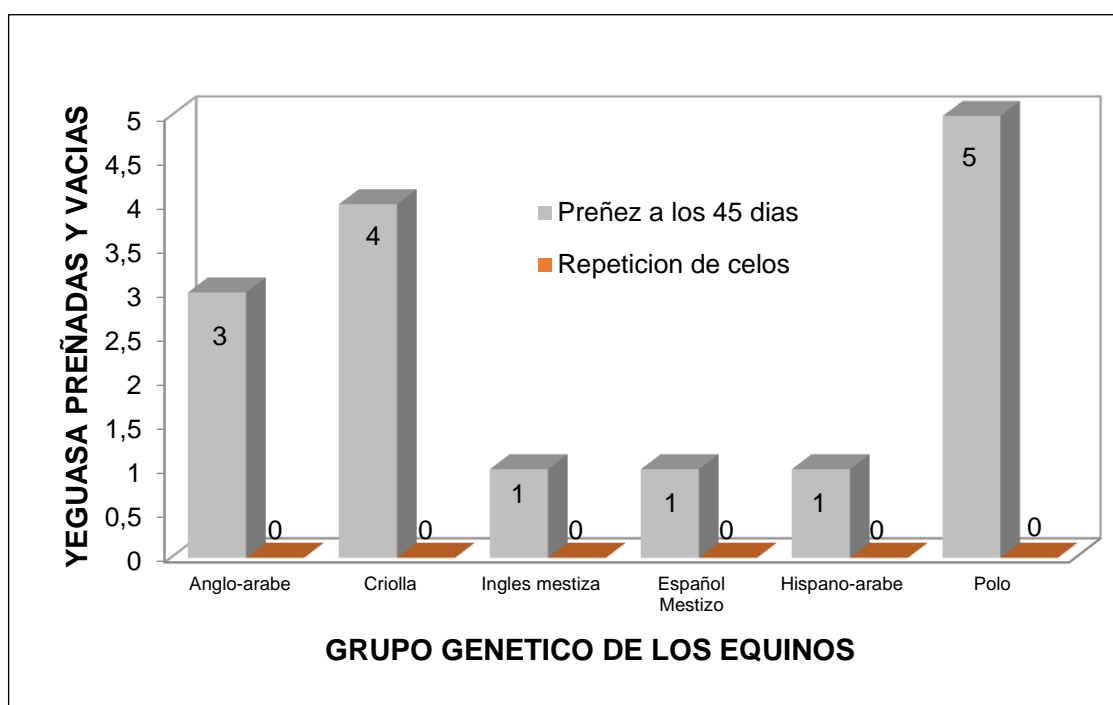


Gráfico 9. Taza de preñez a los 30 días de yeguas de diferentes razas en tres haciendas diferentes.

### 3. Preñez a los 45 días

Los porcentajes de preñez a los 45 días que presentaron las yeguas fueron del 60% con el empleo de prostaglandinas sin que entre estos hayan diferencias estadísticas ( $X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$ ), las yeguas que no quedaron gestantes son de polo y que pueden deberse a varios factores como el entrenamiento fuerte que reciben a diario, y si nos ponemos hacer una comparación con las demás del grupo son yeguas retiradas del polo, no reciben ningún esfuerzo físico, solo sirven de reproductoras, se puede observar en el (gráfico 10).

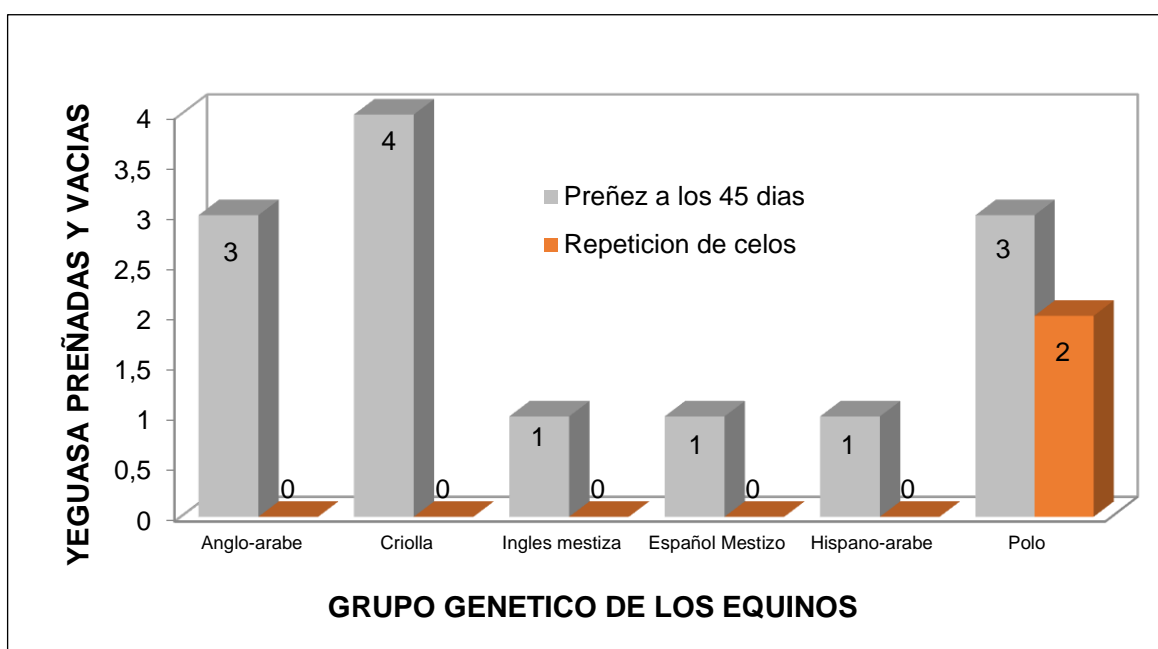


Gráfico 10. Taza de preñez a los 45 días de yeguas de diferentes razas en tres haciendas diferentes.

## **F. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Los resultados del análisis económico realizado para establecer el costo/yegua gestante (cuadro 6), tomando en consideración los gastos ocasionados en la sincronización del estro, la detección de la preñez y transporte, y estos a su vez relacionándoles con el número de hembras preñadas, si se analiza desde el punto de vista de cada hacienda la mejor respuesta económica se da en la Estación Experimental Tunshi y Rancho Emilios ya que todas las yeguas quedaron gestantes en los dos chequeos, como en cada una de las haciendas el número de animales es el mismo y los gastos de igual manera, se determinó que por cada yegua el costo es de 60,51 dólares, el gasto más representativo es del chequeo ginecológico que se realiza a las yeguas, tanto al inicio de la sincronización como en el control de preñez.

Cuadro 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL COSTO/YEGUA GESTANTE (DÓLARES) POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE PROSTAGLANDINAS EN EL PROGRAMA DE SINCRONIZACION DE CELOS EN YEGUAS EN TRES DIFERENTES HACIENDAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

CONCEPTO	Unidad	Cantidad/ Animal	Total	Costo Unidad/USD	Costo Total/USD
N° Yeguas	U		15		
Desparasitación					
Febendazol	ml	20	15	4,75	71,25
Sincronización					
Chequeo Ginecológico	U	2	6	80	480
D-cloprostenol	ml	2	30	4,5	135
Thoromangan	ml	20	3	13,5	40,5
Jeringuillas desechables 5 cc	U	2	30	0,2	6
Jeringuillas desechables 10 cc	U	2	30	0,25	7,5
Agujas desechables	U	2	30	0,15	4,5
Guantes de cirugía	U	2	30	0,35	10,5
Guantes de inseminación	U	2	30	0,2	6
Aceite de cocina	ml	50	1500	2,5	3,75
Amonio Cuaternario	U	1	1	15	22,5
Franelas	U	1	3	1	3
Subtotal					787,5
Control de preñez					
Guantes de Cirugía	U	2	30	0,35	10,5
Guantes de inseminación	U	2	30	0,2	6
Aceite de cocina	ml	50	1500	2,5	3,75
Subtotal					20,25
Imprevistos					100
Total					907,75

## **V. CONCLUSIONES**

1. La utilización de prostaglandinas para realizar un programa de sincronización en yeguas presentaron respuestas estadísticamente no significativas en todos los casos, sin importar el manejo, la edad o la raza del animal tratado.
2. Las tasas de preñez a los 30 días después de aplicado el tratamiento fueron del 100% en las tres haciendas, de igual manera el manejo, la raza o la edad de las yeguas no influyeron en nada.
3. A los 45 días, la tasa de preñez en las yeguas se redujo, esto está determinado que las yeguas de polo no presentaron preñez en el segundo chequeo, esto se puede dar debido a que las mismas reciben trabajo fuerte todos los días.
4. Las diferencias observadas en el análisis está determinado x el trabajo que realizan las yeguas, mas no por la edad o la raza.
5. Los costos por yegua gestante es de 60,51 dólares, teniendo en cuenta que el mayor gasto realizado fue los chequeos ginecológicos realizados en las tres haciendas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En función de los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede realizar las siguientes recomendaciones:

1. Efectuar la sincronización de celos con el empleo de prostaglandinas en yeguas, no importa la raza, la edad o el manejo que reciban, ya que se obtuvieron buenos resultados en cuanto a la tasa de preñez en todo el grupo de animales.
2. Evaluar otros programas de sincronización de celo para la aplicación en yeguas tomando en cuenta los factores antes mencionados y compararlos con la literatura que abarca otros aspectos que en muchos casos no coinciden porque el trabajo se lo hace en distintos lugares.
3. Dar seguimiento el estudio del efecto de la utilización de prostaglandinas en programas de sincronización de celos en yeguas en otra región del país o en otro piso climático para analizar los cambios y resultados que se puedan obtener al final de la investigación.
4. Tener muy en cuenta el sistema de manejo que se lleva a cabo en las haciendas con las yeguas, ya que en Ecuador existe muy poca información en este campo.
5. Si se va a sincronizar yeguas que estén jugando polo o reciban sobre esfuerzo físico, deben estar en reposo para evitar problemas que no queden gestantes y por consiguiente evitar pérdidas económicas.

## **VII. LITERATURA CITADA**

1. BERGFELT, D. R. 2000. Estrous synchronization. Equine breeding management and artificial insemination. Saunders Company, Ed. Samper. Philadelphia. pp. 165-177.
2. CASTRO, A. 2010. Tasa de ovulación y gestación en yeguas sincronizadas con PGF2 $\alpha$  y hCG. Tesis. Med. Veterinario Zootecnista. Veracruz, ME, Universidad Veracruzana. pp. 8 – 16.
3. CINTORA I. 2007. Anatomía y Fisiología del aparato reproductor de la yegua. Revista virtual Ergormix8. [www.engormix.com/anatomia fisiología aparato reproductor](http://www.engormix.com/anatomia_fisiologia_aparato_reproductor) los artículos 216 CAB.
4. GINTHER O.J., GASTAL E.L., y ESTÉVEZ, A. 2012. Estudios comparativos de la dinámica folicular en yeguas. Colombia.
5. GINTHER O.J., RODRIGUEZ B.L. 2011. Diámetro folicular y concentración hormonal en la ovulación de yeguas. Theriogenology. pp. 69, 583-590.
6. HAFEZ E.S.E. 2002. REPRODUCCION E INSEMINACION ARTIFICIAL EN ANIMALES. Interamericana McGraw Hill. 5ta. Ed. USA. pp. 374 – 393.
7. HERNÁNDEZ, C., MENDOZA, J., HIDALGO, C., VILLA, A., AVILA, H., GARCÍA, S. 2007. Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovinos y equinos. p. 56.
8. HOYOS, A., COSTA, A. 1991. Seguimiento del crecimiento folicular mediante ultrasonido. Manizales (Caldas). Tesis (MVZ) Universidad de Caldas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 221.
9. MOREL D., y GRAJALES, H. 2005. Fisiología de la Reproducción de los equinos, cría y manejo de la yeguada. España Editorial Acribia. p. 34.

10. PURSLEY. J., GRAJALES, H., and TAMAYO. M. 2007. Reproductive management of lactating dairy equine susing synchronization of ovulation. J. Dairy Sci. sn. sl. se. pp. 301-306.
11. RAMOS, M. 2010. Dinámica folicular en yeguas Paso Fino Colombiano medido por ultrasonografía en la Sabana de Bogotá Rev. Med. Vet. n.19 Bogotá
12. RAMIREZ, G., GUTIERREZ, C., RAMOS, M. 2010. Dinámica folicular en yeguas Paso Fino Colombiano medido por ultrasonografía en la Sabana de Bogotá Rev. Med. Vet. n.19 Bogotá Colombia.
13. VELÁSQUEZ, J. 2012. Anatomía del aparato reproductor de la Yegua. Cundinamarca. pp. 20 – 30.
14. PTASZYNSKA M. 2011. FISIOLOGIA DEL CICLO ESTRAL. Compendio De Reproducción Animal. Intervet Internacional. Monika Ptaszynska. Revista Genética Equina Colombiana.
15. RIVERA, R. 2012. GEMELOS. Potrero Agua Azul. <http://www.potreroagujaazul.com>
16. SEBASTIAN, M. DOMESTIC HORSE. Ecus Caballo. Comparative Placentación. <http://www.ivis.org> 1- Aug- 2007; A4101. 0607
17. VARGAS, J. 2003. Inseminación artificial en yeguas criollas. Tesis. Med. Veterinario Zootecnista. Tolima, ME, Universidad de Tolima. pp. 14 – 16.
18. WAGNER W. 1988. PRINCIPIOS DE LAS TERAPIAS HORMONALES. Current Therapy in Theriogenology. USA.
19. WOODING, F., SAMPER, J. 2000. A structural and immunological study chorionic gonadotrophin production by equine trophoblast girdle and cup cells. Placenta 22. pp. 749-767.



20. ZEMJANIS, R. 1981. REPRODUCTION ANIMAL. DIAGNOSTICO Y TECNICAS TERAPEUTICAS. Ed. Limusa. España. pp. 7-9.
21. <http://www.engormix.com/MA-equinos/genetica/foros/sincronizacion-yeguas-t8258/103-p0.htm>. (2008).
22. <http://manualdereproduccionequina.blogspot.com/p/gestacion.html>. (2010).
23. <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4845/4731>. (2003).
24. [http://www.produccion.animal.com.ar/produccion\\_equinos/produccion\\_equina\\_en\\_general/46-reproduccion\\_equina.pdf](http://www.produccion.animal.com.ar/produccion_equinos/produccion_equina_en_general/46-reproduccion_equina.pdf). (2005).

**ANEXOS**

Anexo 1. Resultados experimentales y análisis estadísticos de los parámetros considerados en la sincronización del celo en yeguas con el empleo de prostaglandinas en tres diferentes haciendas de la provincia de Chimborazo.

No	Hacienda	Raza	Trabajo	Alimentación	Edad (años)	Peso a la sincronización (kg)	Horas monta postsincronización	Numero de Montas	Numero de crías	Presencia de celos	Tiempo de monta	Numero de montas	Preñez a los 30 días	Preñez a los 45 días	Repetición de celos
1	Tunshi	Anglo-árabe	Cabalguas	Potrero+concentrado	12	437	48	2	5	si	48	2	si	si	no
2	Tunshi	Criolla	Cabalguas	Potrero+concentrado	5	357	48	2	1	si	48	2	si	si	no
3	Tunshi	Español Mestizo	Cabalguas	Potrero+concentrado	4	456	48	2	0	si	48	2	si	si	no
4	Tunshi	Criolla	No doma	Potrero+concentrado	2,5	355	48	2	0	si	48	2	si	si	no
5	Tunshi	Anglo-árabe	Cabalguas	Potrero+concentrado	4	446	48	2	0	si	48	2	si	si	no
6	Chuquipogoyo	Polo	Polo	Potrero + concentrado	16	0	48	2	3	si	48	2	si	si	no
7	Chuquipogoyo	Polo	Polo	Potrero + concentrado	12	0	48	2	2	si	48	2	si	si	no
8	Chuquipogoyo	Polo	Polo	Potrero + concentrado	15	0	48	2	2	si	48	2	si	no	si
9	Chuquipogoyo	Polo	Polo	Potrero + concentrado	14	0	48	2	1	si	48	2	si	si	no
10	Chuquipogoyo	Polo	Polo	Potrero + concentrado	10	0	48	2	1	si	48	2	si	no	si
11	R. Emilios	Hispano-árabe	Madre	Potrero	9	0	48	2	4	si	48	2	si	si	no
12	R. Emilios	Criolla	Potra	Potrero	3	0	48	2	0	si	48	2	si	si	no
13	R. Emilios	Anglo-árabe	Potra	Potrero	2,5	0	48	2	0	si	48	2	si	si	no
14	R. Emilios	Criolla	Cabalguata	Potrero	8	0	48	2	1	si	48	2	si	si	no
15	R. Emilios	Ingles mestiza	Cabalguata	Potrero	6	0	48	2	2	si	48	2	si	si	no

Anexo 2. Resultados experimentales y análisis estadísticos de la sincronización de celos en yeguas según el trabajo que desempeñan los equinos.

No	Hacienda	Trabajo	Presencia de celos	Preñez a los 30 días	Preñez a los 45 días	Repetición de celos
1	Tunshi	Cabalgatas	si	si	si	no
2	Tunshi	Cabalgatas	si	si	si	no
3	Tunshi	Cabalgatas	si	si	si	no
5	Tunshi	Cabalgatas	si	si	si	no
14	R. Emilios	Cabalgata	si	si	si	no
15	R. Emilios	Cabalgata	si	si	si	no
4	Tunshi	No doma	si	si	si	no
6	Chuquipogyo	Polo	si	si	si	no
7	Chuquipogyo	Polo	si	si	si	no
8	Chuquipogyo	Polo	si	si	no	si
9	Chuquipogyo	Polo	si	si	si	no
10	Chuquipogyo	Polo	si	si	no	si
11	R. Emilios	Madre	si	si	si	no
12	R. Emilios	Potra	si	si	si	no
13	R. Emilios	Potra	si	si	si	no

Resumen

Variables	Trabajo que desempeña los equinos					X <sup>2</sup> Cal	Sing.
	Cabalgata	No doma	Polo	Madre	Potra		
Presencia de celos	6	1	5	1	2	1,88	ns
Preñez a los 30 días	6	1	5	1	2	1,88	ns
Preñez a los 45 días	6	1	3	1	2	1,28	ns
Repetición de celos	0	0	2	0	0	1,28	ns

Anexo 3. Resultados experimentales y análisis estadísticos de la sincronización de celos en yeguas según la edad de los equinos

No	Hacienda	Edad (años)	Presencia de celos	Preñez a los 30 días	Preñez a los 45 días	Repetición de celos
1	Tunshi	12	si	si	si	no
6	Chuquipogyo	16	si	si	si	no
7	Chuquipogyo	12	si	si	si	no
8	Chuquipogyo	15	si	si	no	si
9	Chuquipogyo	14	si	si	si	no
10	Chuquipogyo	10	si	si	no	si
2	Tunshi	5	si	si	si	no
3	Tunshi	4	si	si	si	no
5	Tunshi	4	si	si	si	no
11	R. Emilios	9	si	si	si	no
14	R. Emilios	8	si	si	si	no
15	R. Emilios	6	si	si	si	no
4	Tunshi	2,5	si	si	si	no
12	R. Emilios	3	si	si	si	no
13	R. Emilios	2,5	si	si	si	no

Resumen

Variables	Edad de los equinos Hembras			X <sup>2</sup> Cal	X <sup>2</sup> Tab 0.05	Sing.
	> 10	4 - 10 años	< 3 años			
Presencia de celos	6	6	3	1,88	5,99	ns
Preñez a los 30 días	6	6	3	1,88	5,99	ns
Preñez a los 45 días	4	6	3	1,21	5,99	ns
Repetición de celos	2	0	0	1,21	5,99	ns

Anexo 4. Resultados experimentales y análisis estadísticos de la sincronización de celos en yeguas según la raza de los equinos

No	Hacienda	Raza	Presencia de celos	Preñez a los 30 días	Preñez a los 45 días	Repetición de celos
1	Tunshi	Anglo-árabe	si	si	si	no
5	Tunshi	Anglo-árabe	si	si	si	no
13	R. Emilios	Anglo-árabe	si	si	si	no
2	Tunshi	Criolla	si	si	si	no
4	Tunshi	Criolla	si	si	si	no
12	R. Emilios	Criolla	si	si	si	no
14	R. Emilios	Criolla	si	si	si	no
15	R. Emilios	Ingles mestiza	si	si	si	no
3	Tunshi	Español Mestizo	si	si	si	no
11	R. Emilios	Hispano-árabe	si	si	si	no
6	Chuquipogyo	Polo	si	si	si	no
7	Chuquipogyo	Polo	si	si	si	no
8	Chuquipogyo	Polo	si	si	no	si
9	Chuquipogyo	Polo	si	si	si	no
10	Chuquipogyo	Polo	si	si	no	si

Resumen

Variables	Grupos Genéticos						X² Cal	X² Tab 0,05	Sing.
	Anglo-árabe	Criolla	Ingles mestiza	Español Mestizo	Hispano-árabe	Polo			
Presencia de celos	3	4	1	1	1	5	1,88	11,07	ns
Preñez a los 30 días	3	4	1	1	1	5	1,88	11,07	ns
Preñez a los 45 días	3	4	1	1	1	3	1,28	11,07	ns
Repetición de celos	0	0	0	0	0	2	1,28	11,07	ns